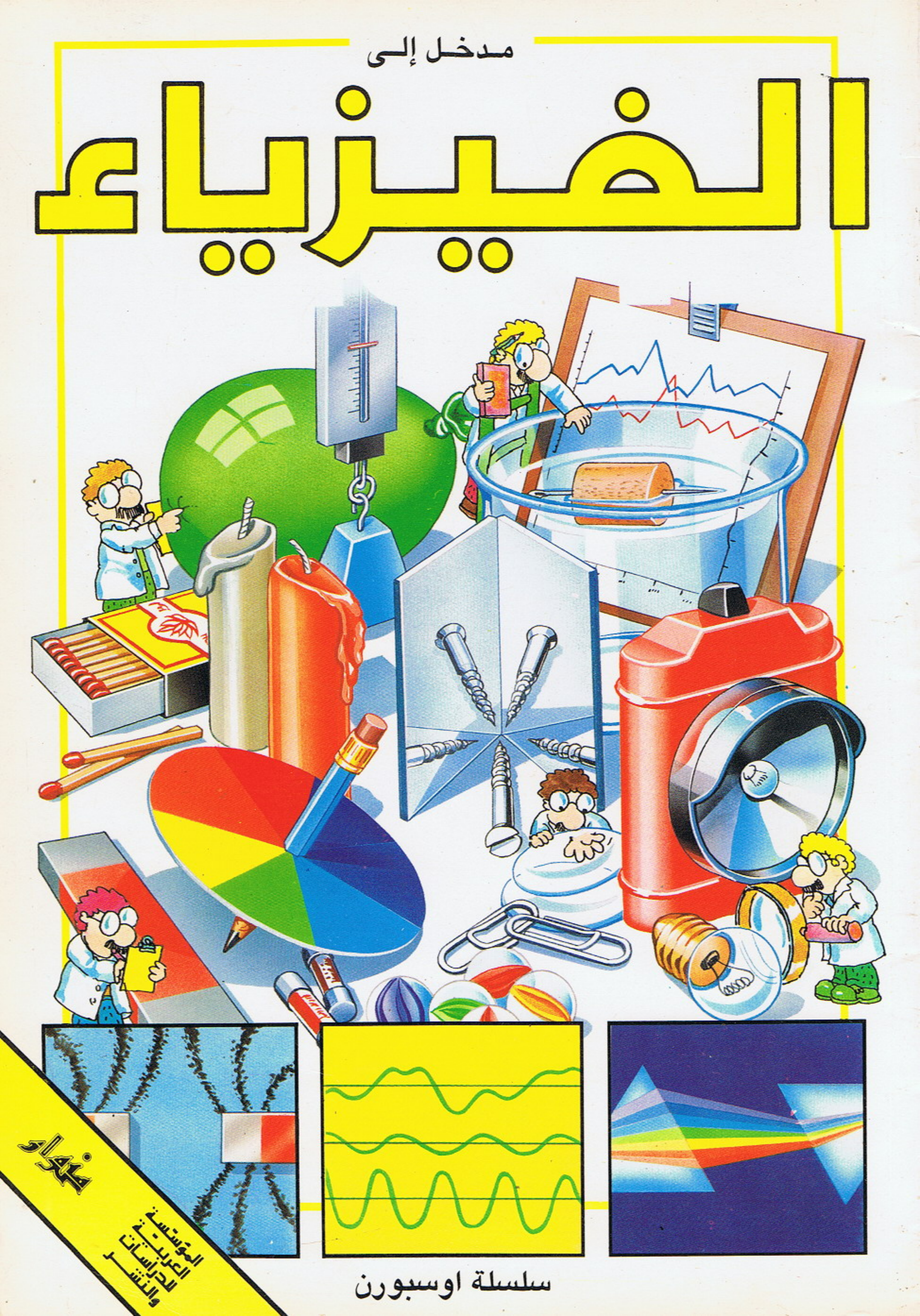


مدخل إلى
الفيزياء
المؤسسة العربية للدراسات والنشر
سلسلة اوسبورن

مدخل إلى

الفيزياء

أَمانْدا كِنْتْ و أَلَانْ وَارْدْ



ترجمة

محمود أحمد عويضة — الجمعيّة العلميّة الملكيّة

حيدر عبدالمجيد المومني — كلّيّة عمّان للمهن الهندسيّة

المستشار العام للسلسلة د. همام بشارة غصيب

استاذ الفيزياء النظرية في الجامعة الاردنية وعضو مجمع اللغة العربية الاردني

عمان ـ الاردن

المؤسسة العربية للدراسات والنشر

بناية برج الكارلتون
ساقية الجنزير
تلفون: ٨٠٧٩٠٠/١
برقياً: موكيالي ـ بيروت
ص.ب: ١١٧٥٤٦٠ ـ بيروت

منار ـ لندن ـ

مع برنامج حاسب آلي

محتويـات الكتاب

هذه ترجمة طبق الأصل للكتاب الذي صدر بالانكليزية بعنوان :

USBORNE INTRODUCTION TO PHYSICS
by
Jane Chisholm and Mary Johnson

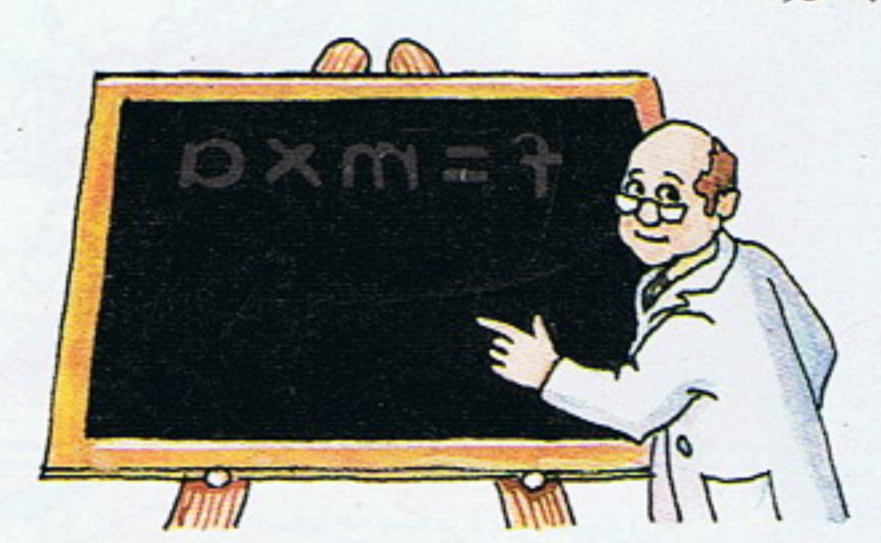
الطبعة العربية الأولى ١٩٨٦

ما هي الفيزياء ؟

الفيزياء هي ذلك العلم الّذي يبْحثُ في جميعِ الأشياءِ المحيطةِ بنا وفي الطاقةِ التي تمتلكُها هذهِ الأشياءُ . مثل لماذا تَسْخُنُ الأشياءُ ؟ ما هو الضَوءُ ؟ كيف تحدثُ الأصْواتُ بفِعْلِ اهتزازِ الأجسامِ ؟ وهكذا ...

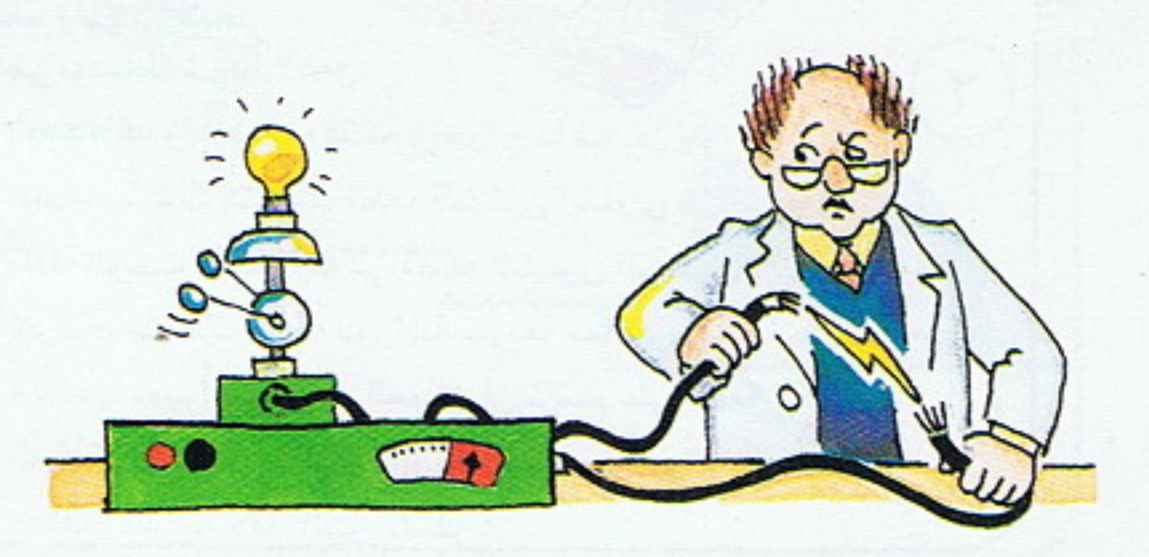


لقد كان الإغريقُ القدماءُ أوَّلَ مَنْ دَرَسَ العُلومَ . وإليهم يرجعُ الفَضْلُ في كثيرٍ منَ المعلوماتِ الّتي نعرفُها اليومَ في علمِ الفيزياءِ ، حتّى إنّ كلمةَ الفيزياء physics ذاتُ أصلٍ إغريقيّ قديم . ويعودُ تاريخُ اكتشافِ وَوَضْعِ العديدِ من القوانينِ والمبادىءِ الفيزيائيَّةِ إلى عِدَّةِ مئاتٍ من السِّنين . إلّا انّ ذلك لا يعني انّها أصبحَتْ قديمةً أو باليةً ؛ فمعظمُ الاكتشافاتِ العلميّةِ الحديثةِ مبنيٌّ على هٰذه القوانينِ والمبادىءِ .



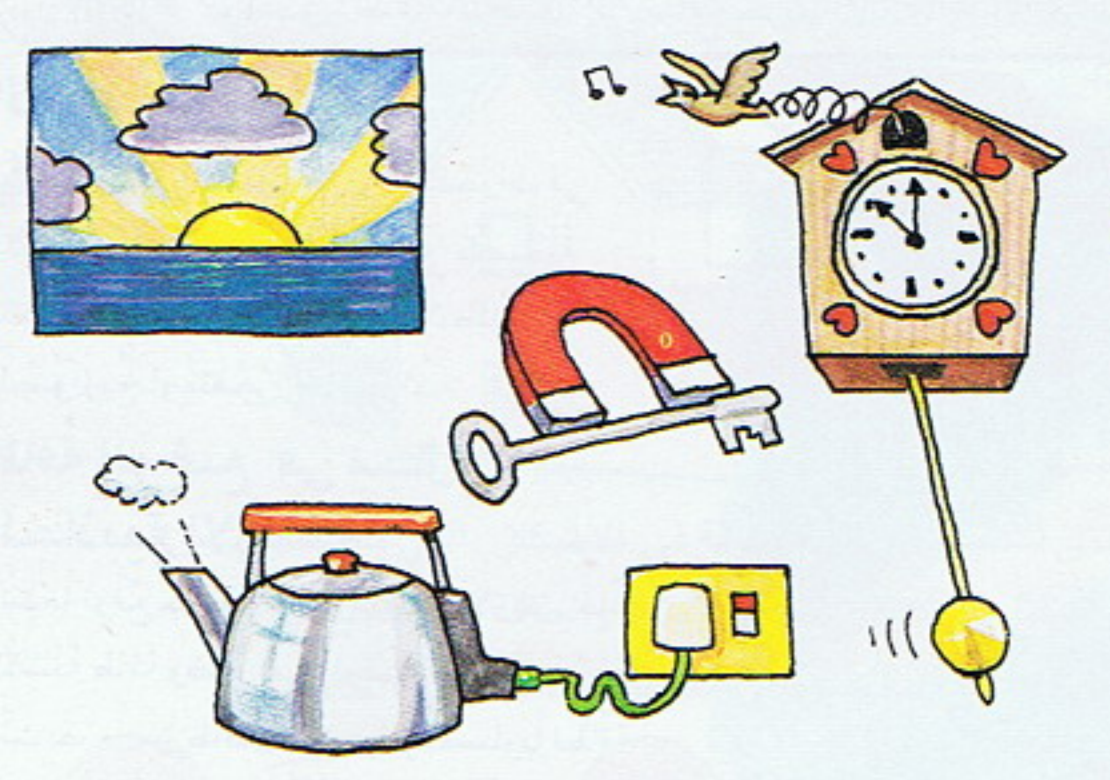
وأنت أيضاً يتعيّنُ عليكَ أنْ تُحيطَ بها لِتَتَمكَّنَ مِنْ فهمِ عَمَلِ أيِّ شيءٍ ابْتداءً بالدَّرّاجةِ وانتهاءً بسفينةِ الفضاءِ .

إنّ أهمَّ المجالاتِ الّتي يبحثُ فيها علمُ الفيزياءِ هي : الضَوءُ والحرارةُ والصَّوتُ والميكانيكا والكهرباءُ والمغناطيسيَّةُ .



ويشتملُ هذا الكتابُ على فصولٍ في كلٍّ من هٰذه المجالاتِ ، كما يتضمَّنُ تجاربَ عمليَّةً لِتُساعِدَكَ في فَهْمِ بعضِ المبادىءِ الهامَّةِ في الفيزياءِ . وقد صُمِّمَتْ هٰذِهِ التَّجاربُ بحيثُ يكونُ بمقدورِكَ أنْ تَجِدَ مُعْظَمَ الأدواتِ والموادِّ التي تحتاجُها في البيتِ أو في دُكّانٍ مُجاوِرٍ .

وإذا وجدت أنّ تجربةً ما لم تُعْطِ النتائجَ المرجُوَّةَ منْ أوَّلِ مرَّةٍ ، فلا تَبْتَئِسْ . فمثلُ هذا كثيراً ما يحدُثُ في العلومِ ، ولعلَّ الظُّروفَ المحيطةَ بالتَّجْربةِ لم تكُنْ ملائمةً تماماً . وما عليْكَ في مثلِ هٰذهِ الحالةِ إلّا أنْ تُعيدَ التجربةَ مرَّةً بعْدَ مرَّةٍ .



وفي الوقتِ الّذي تَقْرَأُ فيه هذا الكتابَ حاولْ أنْ تفكِّرَ في الأشياءِ المحيطةِ بكَ لِترى مدى تطابُقها مَعَ ما تَقْرَأُ . ولرُبَّما تقومُ أنْت بإجراءِ تجاربَ تُصَمِّمُها بِنَفْسِك بالإضافةِ إلى التّجاربِ الواردةِ في هذا الكتابِ .

وفي الجزءِ الأخيرِ من الكتابِ برنامجُ كمبيوتر يلائِمُ أكْثَرَ الاسْتِخْداماتِ شُيوعاً للكمبيوتر المنزليّ . فإذا كُنْتَ تَمْتَلِكُ مِثْلَ هٰذا الكمبيوتر أو كان بإمكانِكَ استعارَتُهُ ، قُمْ بتنفيذِ هٰذا البرنامجِ الذي يتناوَلُ كافَّةَ استعمالاتِ الكهرباءِ في المنزلِ . وتحتوي الصَّفحاتُ الأخيرةُ على كشّافٍ بالمُصْطلحاتِ الفيزيائيَّةِ وتعريفِ كلٍّ مِنْها بالإضافةِ إلى



نُصوصِ بعضِ القوانينِ مِثْلِ قوانينِ نيوتن .

وستجدُ في نهايةِ هٰذا الكتابِ إجاباتِ بعضِ الأسئلةِ والاحجياتِ ، ذلك أنَّ البعضَ الآخرَ متروكٌ لَكَ لِتُفكِّرَ فيه وتجيبَ عنه بنفسِكَ .

كلُّ شيءٍ عن الطّاقة

إنَّ العالَمَ الّذي تعيشُ فيه مليءٌ بالطّاقَةِ ؛ فما الضّوءُ والحرارةُ والكهرباءُ والصّوتُ إلاّ أشكالٌ مختلفةٌ للطّاقةِ . والطّاقةُ هي ما يُمَكِّنُ الأشياءَ من القيامِ بشغلٍ ما ، وأنتَ تستخدمُ طاقتَكَ لتتحرّكَ وتُنْجِزَ أعمالَكَ .

والشّمسُ هي المصدرُ الرئيسُ للطّاقةِ ؛ فهي التي تمدُّ النباتاتِ بالحرارةِ والضّوءِ اللازمَيْنِ لِنُمُوِّها . كما أنَّ الشّمسَ هي التي تمدُّنا بالدّفْءِ وتمكِّنُنا منَ الرؤيةِ . حتّى إنَّ الوقودَ (كالبترولِ والغاز) الذي يُعَدُّ منْ مصادرِ الطّاقة في أساسِهِ مستمدٌّ من الشَّمْسِ ، إذ إنّهُ ناتجٌ عن نباتاتٍ نَمَتْ بفعلِ الطّاقةِ الشّمسيّةِ ثُمَّ انْطَمَرَتْ في باطنِ الأرضِ منذُ ملايينِ السِّنين .

طاقةُ الوضعِ والطّاقةُ الحركيّةُ

إنَّ الغذاءَ الّذي تتناوَلُهُ شكلٌ من أشكالِ الطّاقةِ المخزونةِ تستغلُّهُ أنتَ للحركةِ . وكذلكَ الحالُ بالنّسبةِ للبترولِ في درّاجةٍ ناريّةٍ حيثُ يُسْتَغَلُّ لتشغيلِها وتحريكِها . ويُدعى هذا النّوعُ من الطاقةِ طاقةَ الوضعِ أو الطّاقةَ الكامنةَ Potential energy . وتتحوّلُ طاقةُ الوضعِ إلى طاقةٍ حركيَّةٍ Kinetic energy بتحرُّكِ الأجسامِ .

الطّاقةُ الكيميائيّةُ

إنَّ الوقودَ في الصّواريخِ والمتفجّراتِ في الألعابِ النّاريّةِ لَهِيَ طاقةُ وَضْعٍ كيميائيّةٌ تتحوَّلُ إلى طاقةٍ حركيَّةٍ عندما تنطلقُ الصّواريخُ أو تَتَفَجَّرُ المتفجّراتُ .

طاقةُ الوضعِ في مجالِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ

عندما ترفَعُ جسماً ما عنْ سطحِ الأرضِ فإنَّكَ تُكْسِبُهُ طاقةَ وضعٍ في الوقتِ الذي تخسَرُ فيه أنْتَ جزءاً من طاقتِكَ الكيميائيّةِ مساوياً لطاقةِ الوضعِ تلكَ . وتتحوّلُ طاقةُ الوضعِ والّتي يمتلكُها الجسمُ إلى طاقةٍ حركيَّةٍ إذا ما تُرِكَ لِيَسْقُطَ سقوطاً حُرّاً .

طاقةُ الانفعالِ

تمتلكُ الأجسامُ الصُّلبةُ بعامّةٍ والمرنةُ منها والنّوابضُ بخاصّةٍ طاقةً تُعْرَفُ بطاقةِ الانفعالِ أو الطّاقةِ المرونيّةِ . وتكونُ هذه الطّاقةُ على شَكْلِ طاقةِ وَضْعٍ عنْدما تُمَطُّ أو تُضْغَطُ هذه الأجسامُ ، وتتحوَّلُ إلى طاقةٍ حركيَّةٍ عندما تزولُ القوى المؤثِّرةُ عَلَيْها .

لعبةُ للتّسلية

أَحْضِرْ مُغَلَّفَ رسالةٍ وقُصَّ قطعةً من الكرتونِ المقوّى بحيثُ تستطيعُ إدخالَها في المغلّفِ . اقْطَعْ مربعاً صغيراً من قطعةِ الكرتونِ بالقربِ من أحدِ أطرافِها كما هُوَ مبيَّنٌ في الرّسمِ ، ثمّ ضَعْ رباطاً مطّاطيّاً حولَ قطعةِ الكرتونِ بحيثُ يَمُرُّ الرّباطُ المطّاطيُّ فوقَ المربّعِ . والآنَ أحضر قطعةَ كرتونٍ صغيرةً طولُها أقلُّ بقليلٍ من طولِ ضلعِ المربّعِ وثبِّتْها خلالَ الرّباطِ باستخدامِ شريطٍ لاصقٍ لُفَّ قطعةَ الكرتونِ الصّغيرةِ حَوْلَ نَفْسِها عدّةَ مرّاتٍ . إنَّكَ بذلكَ تعملُ على إعطائِها طاقةً تُخْزَنُ فيها على شكلِ طاقةِ وضعٍ . أدخِلْ قطعةَ الكرتونِ المقوّى بحذرٍ في المغلّفِ وأعطِ المغلّفَ لأَحَدِ أصدقائِكَ واطْلُبْ مِنْهُ فتحهُ وإخراجَ ما فيه .

عندما يَسْحَبُ صديقُكَ قطعةَ الكرتونِ المقوّى من المغلّفِ تتحوَّلُ طاقةُ الوَضْعِ المخزونةُ في قطعةِ الكرتونِ الصّغيرةِ إلى طاقةٍ حركيّةٍ ، فتتحرّكُ حركةً دورانيّةً سريعةً ممّا قد يفاجِىءُ صديقَكَ فَيَقْذِفُها بعيداً عَنْهُ . ومن الممكنِ أن تَرْسُمَ على قطعةِ الكرتونِ المقوّى أيَّ شكلٍ تختارُهُ ، وَجْهَ إنسانٍ مثلاً ، وتُلَوِّنَهُ . إنّها لُعْبَةُ «طاقة» مسليّةٌ حقّاً . أليس كذلك ؟





الطّاقةُ لا تفنى ولا تُسْتَحْدَثُ من العَدَمِ . إنّها فقط تتحوّلُ من شكلٍ لآخرَ . فالهاتفُ يحوّلُ الطّاقةَ الصّوتيّةَ إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ لا تلبثُ أنْ تتحوّلَ ثانيةً إلى طاقةٍ صوتيّةٍ .

لقد طَوَّرَ النّاسُ طرقاً شتّى للحصولِ على الطّاقةِ في الأشكالِ التي يحتاجونها من أشكالِ الطّاقةِ الأخرى ، مثل استغلالِ طاقةِ الرّياحِ والطّاقةِ الشّمسيّةِ في الاستعمالاتِ المنزليّةِ . وهذا هو المقصودُ من مُصْطَلَحِ « تسخير الطّاقةِ » .

قياسُ الطّاقَةِ

تُقاسُ الطّاقةُ بوحداتٍ يُطْلَقُ على إحداها اسمُ الجول نسبةً إلى العالم البريطانيّ جول الّذي كانَ أوّلَ من بَيَّنَ أنّ الحرارةَ شكلٌ مِنْ أشكالِ الطّاقةِ .

يحتاجُ الرّجلُ المبيّنُ في الرّسمِ إلى ألفِ جولٍ من الطّاقة ، يصرفُها من الطّاقةِ الكيميائيّةِ المخزونة في جسمه ، لِرَفْعِ الأثقالِ إلى ارتفاعِ مِتْرَيْنِ عن سطحِ الأرضِ .

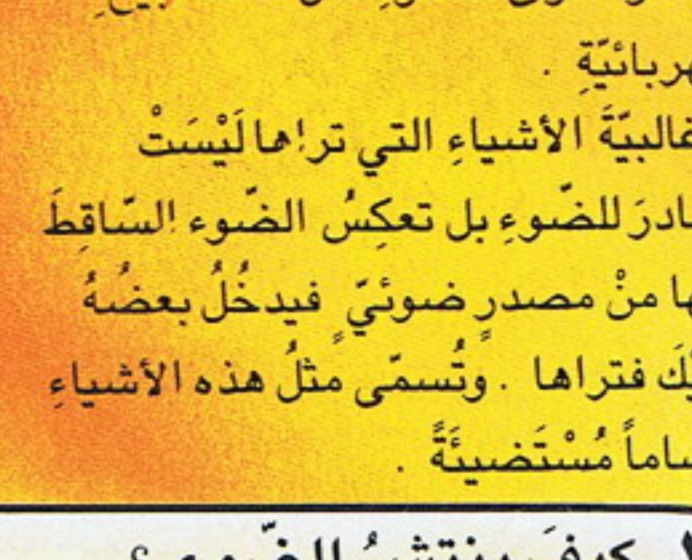
أُحْجِيَةُ طاقَة

كلبٌ في أعلى درجٍ (١) ، يعدو إلى طعامِهِ (٢) ، ثم يأكُلُهُ (٣) . هل بمقدورِكَ توضيحُ تغيّراتِ الطّاقةِ في مختلفِ مراحلِ هذه العمليّةِ ؟ ما شكلُ الطّاقةِ الّتي يمتلكُها الكلبُ في كلِّ مَرْحَلَةٍ ؟ (للتأكّد من إجابتك انظر ص ٤٧) .

الطّاقَةُ الضّوئِيَّة

إنَّ معظمَ الطّاقة الّتي تحتاجُها تأتي من الشّمس ، فهي مصدرٌ للطّاقةِ الحراريّةِ والضّوئيّةِ على هذه الأرض . وهناكَ مصادرُ أخرى للضّوءِ مثلُ المصابيحِ الكهربائيّةِ .

إنَّ غالبيّةَ الأشياءِ التي تراها لَيْسَتْ مصادرَ للضّوءِ بل تعكِسُ الضّوءَ السّاقطَ عليها منْ مصدرٍ ضوئيٍّ فيدخُلُ بعضُهُ عَيْنَيْكَ فتراها . وتُسمّى مثلُ هذه الأشياءِ أجساماً مُسْتَضيئَةً .



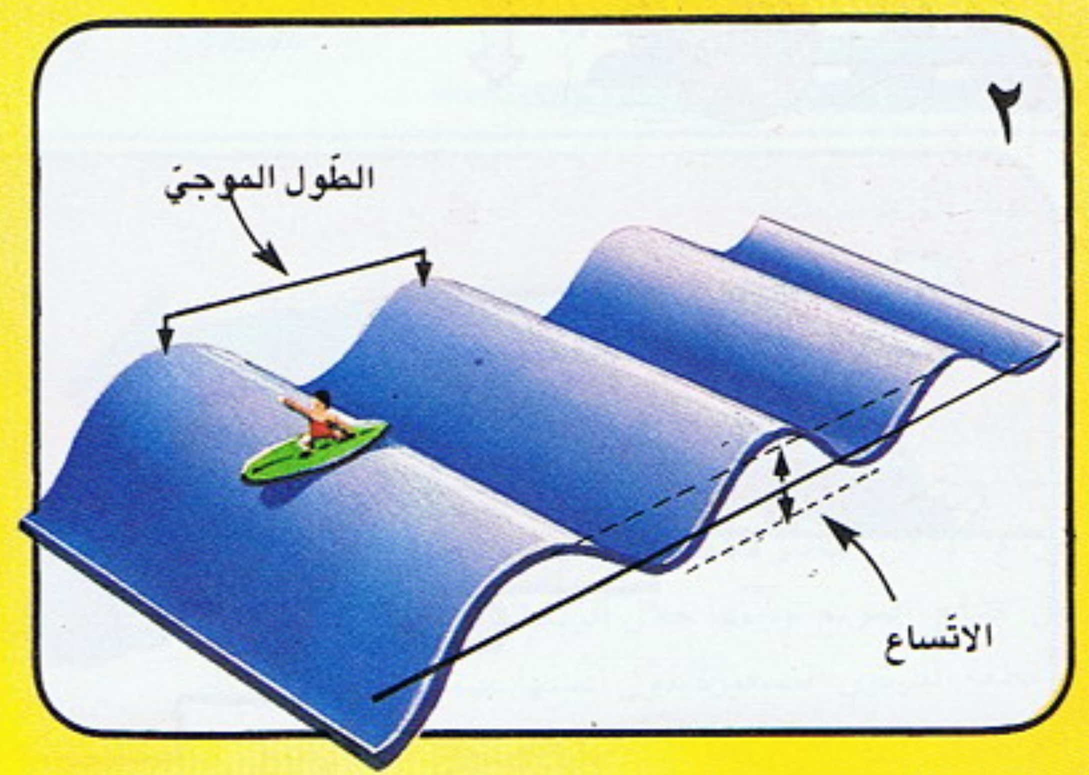
١ كيفَ ينتشرُ الضّوء ؟



من المستحيلِ ان ترى بِأُمِّ عَيْنَيْكَ الكيفيّةَ التي ينتشرُ بها الضّوءُ . ويرى علماءُ الفيزياءِ أنَّ الضّوءَ ينتشرُ بطريقةٍ تُشْبِهُ انتشارَ الأمواجِ المائيّةِ ، كما يَرَوْنَ أنَّ الطّاقةَ الضّوئيّةَ تُحْمَلُ على أمواجٍ دقيقةٍ جدّاً أصغرَ بكثيرٍ من أمواجِ الماءِ .

تَصَوَّرْ قطعةً من الفلّين طافيةً على سطحِ بركةِ ماءٍ. إنَّ الأمواجَ المائيّةَ تعملُ على تحريكِ قطعةِ الفلّينِ حركةً موضعيّةً إلى أعلى وإلى أسفل ، ولا تتحرّكُ قطعةُ الفلّينِ في اتّجاهِ انْتشارِ تلكَ الأمواجِ . وتنتشرُ الأمواجُ الضّوئيّةُ بالكيفيّةِ ذاتِها تقريباً ، إذ يتغيّرُ كلٌّ من المجالَيْنِ الكهربائيّ والمغناطيسيّ تغيُّراً دوريّاً في اتّجاهٍ يتعامَدُ مع اتجاهِ انْتشارِ الأمواجِ الضّوئيّةِ .

٢

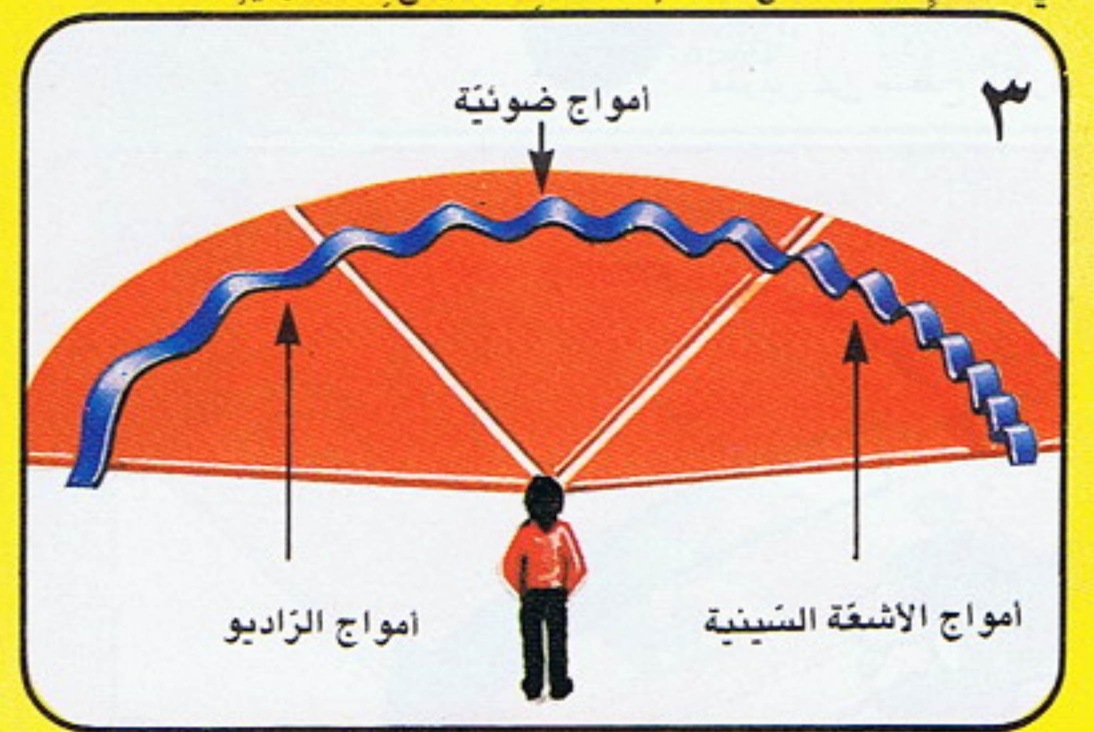


ويمكنُ تمييزُ الأمواجِ بدلالةِ ثلاثِ خصائصَ هي : الطولُ الموجيُّ ، ويُعَرَّفُ بالمسافةِ بين قِمَّتَيْنِ متتالِيَتَيْنِ أو بَيْنَ نقطتينِ متتاليتينِ لهما نفسُ الطَّوْرِ .

الاتّساعُ ، وهو أقصى إزاحةٍ على أَحَدِ جانِبَي موضعِ السّكونِ .

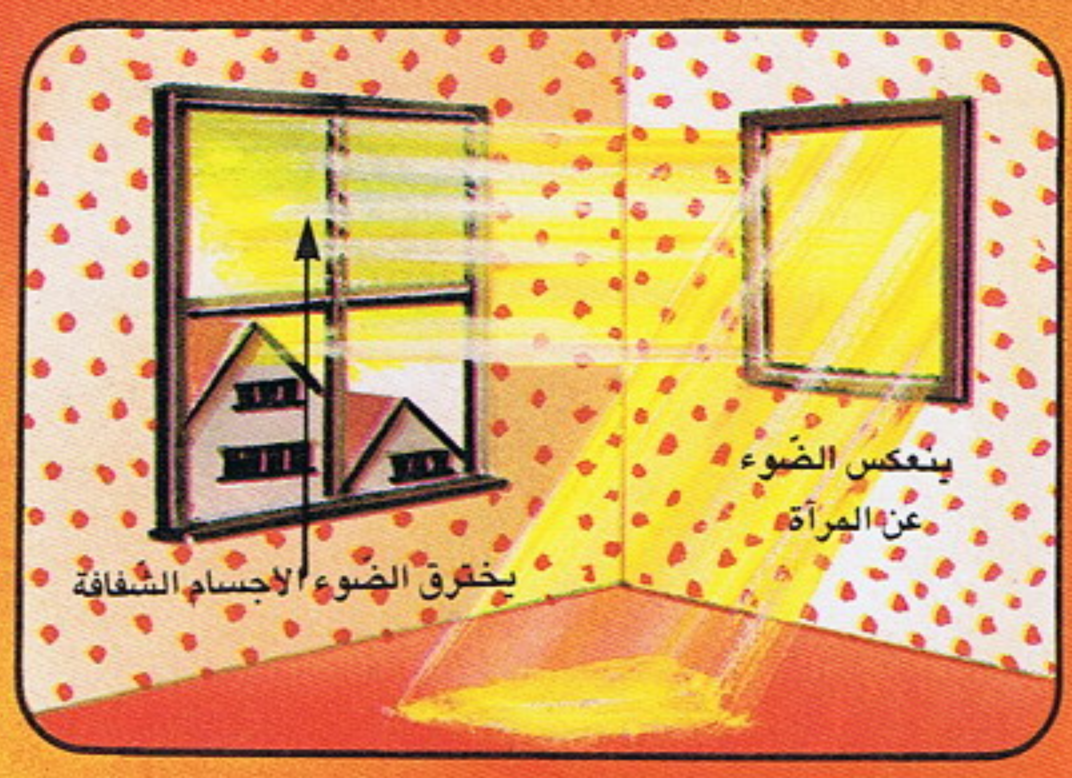
التّردُّدُ ، ويُقْصَدُ بهِ عددُ الأمواجِ في وحدةِ الزّمنِ .

٣



تنتمي الأمواجُ الضّوئيّةُ إلى ما يُعْرَفُ بالطّيفِ الكَهْرَمغناطيسيِّ* . ويتضمَّنُ هٰذا الطّيفُ أمواجَ الأشعّةِ السّينيّةِ (أشعّة إكس) وأمواجَ التلفزيون وأمواجَ الرّاديو والأمواجَ الحراريّةَ . وتنتشرُ جميعُ هٰذهِ الأمواجِ بالسُّرْعَةِ ذاتِها ، إلّا أنّها تتفاوتُ في الطّولِ الموجيِّ ، ممّا تنتجُ عَنْهُ تأثيراتٌ مختلفةٌ لها على الأشياءِ .

* (انظر ص ٤٠).



تسمحُ بعضُ الموادّ كالزّجاجِ والهواءِ بمرورِ الضّوءِ خلالَها ، ويُطْلَقُ على مِثْلِ هذهِ الموادّ اسمُ الموادّ الشّفّافة . وعندما يسقُطُ الضّوءُ على مادّةٍ غيرِ شفّافةٍ (لا تسمحُ بمرورِ الضّوءِ خلالها) يتكوّنُ لها ظِلٌّ في المكانِ الذي لا يصِلُهُ الضّوءُ .

كتاب

حَافاتٌ غير واضحة تماماً

ضعْ كتاباً تحت مصدرٍ ضوئي (مصباح كهربائي) كما ترى في الشكل. إنّ الضوء السّاقط على الكتابِ ينعكسُ عنه ممّا يؤدّي إلى تكوُّنِ ظلٍّ للكتابِ تحتَهُ مُباشَرةً. وتكونُ حَافاتُ هذا الظّلّ غَيْرَ واضحةٍ تماماً بسببِ كِبَرِ المصدرِ الضوئيّ، إذ أنَّ كُلَّ نقطة من فتيلةِ المصباحِ تُصْدِرُ أمواجاً ضوئيّةً في جميعِ الاتجاهات، ممّا يعني أنّ الحافاتِ يصِلُها ضوءٌ من بعضِ هذه النُّقَطِ في حين لا يَصِلُها ضوءٌ من النُّقَطِ الأخرى .

في يومٍ مُشْمِسٍ انْظُرْ كم يكونُ طولُ ظِلّكَ في منتصفِ النّهارِ ، وكم يكونُ طولُهُ عند الْعَصْرِ . إنّ طولَ ظِلّكَ يعتمدُ على زاويةِ سقوطِ أشعّةِ الشّمسِ عليْكَ .

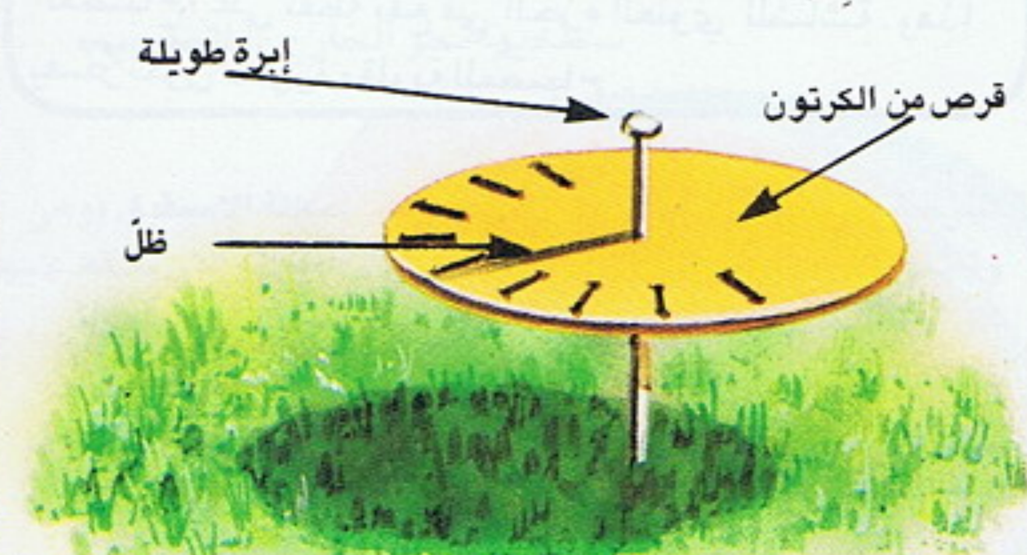
حاولْ أن تتصوَّرَ الضّوءَ سيلاً من الأمواجِ المنبعثةِ من مصدرٍ ضوئيٍّ تنتشرُ في خطوطٍ مستقيمةٍ ، حتّى إذا ما صادفَتْ جسماً انْعَكَسَتْ عنه فتكوّنَ لهُ ظِلٌّ .

مِنْ فوائدِ الظِّلال



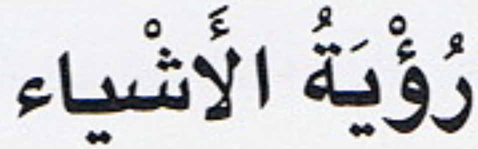
لقد ساعدتِ الظِّلالُ النّاسَ قديماً على معرفةِ الوقتِ قبل اخْتراعِ السّاعاتِ فاسْتَخْدَموا لذلك السّاعةَ الشّمسيّةَ . ولا يزالُ بعضُ النّاسِ يمتلكونَ مثلَ هذه السّاعةِ في حدائِقِهِمْ . ويُعْرَفُ الوَقْتُ من خلالِ طولِ الظّلِ أو موضعِهِ ، وتَعْمَلُ هذه السّاعةُ في ساعاتِ النّهارِ فقط .

لِصُنْعِ ساعةٍ شمسيّةٍ أحضِرْ قطعةً من الكرتونِ على هيئةِ قرصٍ دائريٍّ ثمّ اغرزْ في مركزها إبرةً طويلةً وَثَبِّتْها على الأرض ، بحيثُ يكونُ القرصُ أفقيّاً . عَلِّمْ بقلمِ رصاصٍ مثلاً مكانَ ظِلِّ الإبرةِ المتكوِّن على القرص كلَّ ساعةٍ ، فتكونَ بذلِكَ قد صَنَعْتَ ساعةً شمسيّةً .



كمْ تبلغُ سرعةُ الضّوءِ ؟

يَنْتَشِرُ الضّوءُ بسرعةٍ فائقةٍ تبلُغُ ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثّانيةِ الواحدةِ ، وهذهِ السُّرعةُ أكبرُ من سُرعَةِ طائرةِ الكونكورد باثنَيْنِ وأربعينَ أَلْفَ مَرَّةٍ .



رُؤْيَةُ الأَشْياء

تَعْمَلُ كلٌّ من العَيْنِ والكاميرا بالطَّريقةِ ذاتِها ، فالضّوءُ يمرُّ من خلالِهما ويكوّنُ صوراً داخِلَهما . وبإمكانِكَ فَهْمُ الكيفيّةِ التي تتكوَّنُ فيها الصُّوَرُ داخِلَ العيْنِ والكاميرا إذا قُمْتَ بصُنْعِ الكاميرا ذاتِ الثّقبِ وفْقَ الخطواتِ التّاليةِ :

١ أحضِرْ صندوقاً من الكرتونِ (صندوقَ حذاء مثلاً) ، ثمّ اقْطَعْ من وَسَطِ أحدِ جوانبِهِ مربّعاً بطولِ ٤ سم ، وغطِّ هذا الجزء بقطعةٍ من الورقِ الأسودِ بحيثُ تُلْصِقُهُ مِنَ الدّاخِلِ .

٢ اقْطَعْ معظمَ الجانبِ المقابلِ من الصّندوقِ وغطِّه بورقةٍ بيضاء من نوع ورق لف الهدايا (يمكنك أن تَحْصُلَ على مثلِ هذه الورقةِ بِمَسْحِ ورقةٍ بيضاءَ عاديّةٍ بقطعةٍ من القطنِ مغموسةٍ بالزّيت) . بعد ذلك ضَعْ غطاءَ الصّندوقِ عليْهِ والْصِقْهُ بورقٍ لاصق .

٣ اعملْ ثقْباً صغيراً في منتصفِ الورقةِ السّوداءِ ، ثُمّ ضَعِ الصندوقَ بحيثُ يكونُ الثّقبُ في مُواجهةِ مصباحٍ ضوئيٍّ . انْظرْ إلى الشّاشَةِ (الورقة البيضاء) . سترى صورةً مقلوبةً للمصباحِ .

ما الّذي يَحْدُثُ ؟

ينتشرُ الضّوءُ من المصباحِ الضّوئيّ في خطوطٍ مستقيمة يسمّى الواحدُ منها شعاعاً . إنَّ بعضَ هذا الضّوء يدْخُلُ إلى الصّندوقِ عبرَ الثّقبِ الصّغيرِ . يَسْقُطُ الشُّعاعُ الضّوئيُّ الصّادرُ عن قِمَّةِ المصباحِ على نقطةٍ تقعُ في الجزءِ السّفليِ للشّاشَةِ ، في حين يَسقُطُ الشُّعاعُ الصّادرُ عَنْ قاعِ المصباحِ على نقطةٍ تَقَعُ في الجزءِ العلويِّ للشّاشةِ . وهذا يفسِّرُ تَكَوُّنَ صورة مقلوبة للمصباحِ .

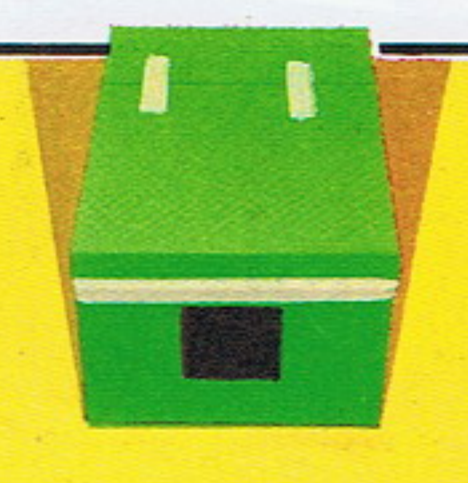
كلّما اتّسع الثّقب كانت الصّورة اقلّ وضوحاً .

اجعلِ الثّقبَ أكْبَرَ قليلاً . ستلاحظُ أنَّ الصّورَةَ أصْبَحَتْ أقلَّ وضوحاً من قَبْل ، ذلك لأنَّ الأشعَّةَ الصّادرةَ عن كُلِّ جزءٍ من المصباحِ يمكنُ أن تكوِّنَ صورةً على مساحةٍ واسعةٍ منَ الشّاشَةِ . وبالتّالي تتداخلُ الصُّوَرُ المختلفةُ المتكوِّنَةُ فتؤدّي إلى عَدَمِ وضوحِ الصّورةِ .

إذا قُمْتَ بعملِ ثقبَيْنِ صغيرَيْنِ آخرَيْن ، فَسَتَجِدُ أنَّ هناك صورتَيْنِ أُخْرَيَيْنِ على الشّاشَةِ ، لأنَّ كميَّةً قليلة منَ الضّوءِ فقط تستطيعُ أن تَمُرَّ خلالَ كُلِّ ثقبٍ ، فتحصل على صُوَرٍ واضِحةٍ ومنفصلةٍ على الشّاشَةِ .

التّصويرُ بالكاميرا ذاتِ الثّقبِ

لأخذِ صورةٍ باستخدامِ الكاميرا ذاتِ الثّقبِ أزِلِ الورقةَ الشّفّافةَ ثُمّ أحْضِرْ غطاءً مُناسِباً لهذا الجانبِ من الصّندوقِ . وفي غرفةٍ مظلمةٍ تماماً إلّا من الضّوءِ الأحمرِ ضَعْ ورَقَةً خاصّةً بالتّصويرِ (فيلماً) مكانَ الورقةِ الشّفّافةِ ، ثُمّ ضَعِ الغطاءَ خَلْفَها والْصِقْهُ جيّداً بورقٍ لاصِقٍ . غطِّ الثّقبَ الصّغيرَ بإصْبَعِكَ .



ضَعِ الصّندوقَ بحيثُ يكونُ الثّقبُ مُواجِهاً للمصباحِ الضّوئيّ ، واسْمَحْ للضّوءِ بالسُّقوطِ على الفيلمِ برَفْعِ إصْبَعِكَ من على الثّقبِ لمدّةِ دقيقةٍ واحدةٍ ، ثُمّ غطِّ الثّقبَ بإصبعكَ ثانيةً . وفي غرفةٍ مظلمةٍ تماماً إلّا من الضّوءِ الأحمرِ انْزِعِ الفيلمَ ثُمّ ضَعْهُ في وعاءٍ يحتوي محلولاً مُظهِراً للأفلامِ وحَرِّكِ الفيلمَ في المحلولِ إلى أنْ تظهَرَ الصّورةُ . بعد ذلك قُمْ بغَسْلِ الفيلمِ جيّداً بالماءِ ثُمّ ضَعْهُ في وعاءٍ يحتوي محلولاً مُثبّتاً للأفلامِ . والآن اغْسِلِ الفيلمَ بالماءِ لمُدّةِ عشرينَ دقيقةً ، فتحصلَ بذلكَ على صورةٍ للمصباحِ .

إنّ الصُّوَرَ المأخوذَةَ بالكاميرا ذاتِ الثّقْبِ لا تكونُ واضحةً تماماً . ويرجِعُ السَّبَبُ في ذلِكَ إلى عَدَمِ وجودِ عدسةٍ فيها .

توجَدُ العدساتُ في العَيْنِ والنّظّاراتِ الطّبّيّةِ والمناظيرِ (التّلسكوبات) والمجاهِرِ (المايكروسكوبات) والكاميرات . وتعملُ العَدَسَةُ (المحدّبة) على تجميعِ الضّوءِ في نقطةٍ محدّدةٍ . والعدساتُ هي عبارةٌ عن أجسامٍ شفّافةٍ ذاتِ سطحَيْنِ مُنْحَنِيَيْنِ .

جَرِّبْ أن تستخدمَ نظّاراتٍ يَضَعُها بَعْضُ أصدقائِكَ . إنّكَ ستجدُ أنّ بَعْضَها أقوى من البعضِ الآخرِ . كما أنّ النّظّاراتِ الأقوى ستَجْعلُكَ ترى الأشياءَ غريبةً من حولِكَ .

نظر طبيعي

الشبكيّة

قصر النّظر

الشبكيّة

طول النّظر

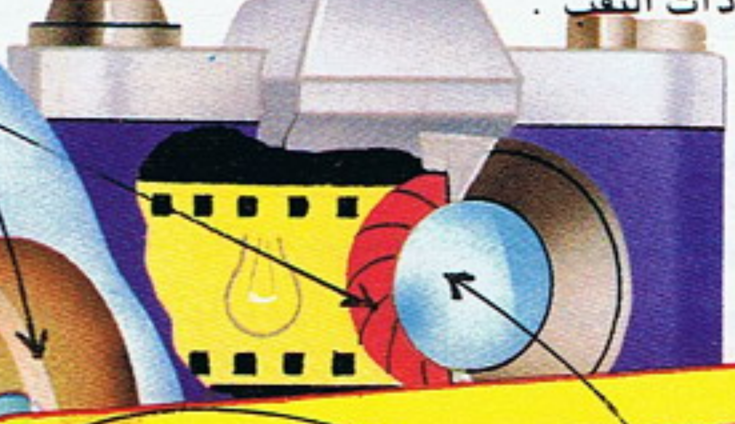
الشبكيّة

إذا كانت عيناكَ سليمتَيْنِ تماماً فإنّ الأشعّةَ الصّادرةَ عن نقطةٍ معيّنةٍ تتجمّعُ في نقطةٍ تقعُ على شبكيّةِ العينِ في مؤخّرةِ العيْنِ .

إذا كنت مصاباً بقصرِ النّظرِ فإن الأشعّةَ تتجمّعُ قبل أن تَبْلُغَ الشبكيّةَ . لذا فإنّك تحتاج إلى عدسات مقعّرة (انحناءُ سطحيها نحو الدّاخل) لتصحيح ذلك .

إذا كنت مصاباً بطول النّظر فإنّ الأشعة تتجمّع خلف الشبكيّة . وتحتاج في هذه الحالة إلى نظّارات طبّيّة ذات عدساتٍ محدّبة (انحناء سطحيها نحو الخارج) لتصحيح ذلك .

وتكوّن العينان والكاميرات صوراً بالطّريقة ذاتها المشروحة بالنّسبة للكاميرا ذات الثّقب .



منطقة الإستقبال (وهي المنطقة الّتي يسقط عليها الضوء ، وفيها موادّ كيميائيّة خاصّة تتأثر بالضّوء ، كما هو الحال بالنّسبة لفيلم الكاميرا) .

القزحيّة (تتسع وتضيق لتسمح لكميّة أقل أو أكثر من الضّوء بالدخول إلى العين ، ويعتمد ذلك على مدى سطوع الضّوء)

البؤبؤ (ثقب يسمح بدخول الضّوء ، كالثّقب في الكاميرا ذات الثّقب)

العدسة (تعمل على تجميع الضّوء بحيث يصل كلّه إلى النّقطة ذاتها على شبكيّة العين ، أو على الفيلم في الكاميرا) .

الانعكاس

هناكَ أشياءُ كثيرةٌ من حولِكَ تعكِسُ الضّوءَ مثل : الشّبابيك وألواحِ الزّجاجِ والسّيّاراتِ الملمّعةِ جيّداً والقواربِ المصقولةِ وسطح بركة ماء هادئةٍ ، والصّفائحِ المعدنيّةِ . إلاّ أن الانعكاسَ يكونُ أفضلَ في المرايا لأنّها مصقولةٌ وملساءُ .



قِفْ إلى جانبِ صديقٍ لك أمامَ مرآةٍ . هل تلاحِظُ اختلافاً بَيْنَ صورةِ صديقِكَ وبين ما اعْتَدْتَ مشاهَدَتَهُ عليهِ ؟ إنّ السّبب في هذا الاختلاف يعودُ إلى أنّ المرآة تُحْدِثُ تغييراً في صُوَرِ الأشياءِ الّتي تَقَعُ أمامها .

جَرِّبْ أن تَغْمِزَ بِعَيْنِكَ الْيُمْنى أثناء وقوفك أمام المرآةِ ، فسيبدو لك أنّ صورَتَكَ في المرآةِ تغمز بعينها الْيُسْرى . إن صورتك التي تراها في المرآة معكوسةٌ جانبيّاً .

قانونُ الإنعكاس

إذا قَذَفْتَ بِكُرَةٍ في اتّجاهٍ يَتَعامَدُ مع حائط ، فإنّها سترتدُّ عنه في اتجاهٍ يتعامد معه أيضاً . أمّا إذا قَذَفْتَ الْكُرَةَ بحيثُ تَسْقُطُ على الحائطِ بزاويةٍ معيّنةٍ فإنّها سترتَدُّ عَنْهُ هذه المرّة بزاويةٍ مساويةٍ لزاويةِ السُّقوطِ . جَرِّبْ ذلك بِنَفْسِكَ ، ولاحِظِ النّتيجَةَ .

إنّ هذا هو قانونُ الانعكاسِ ، وينطبق هذا القانون على الضّوء أيضاً .

ارسم خطّيْن بحيث يصنعان زاويتين متساويتينِ مع مرآةٍ مستويةٍ عند نقطةٍ محدّدةٍ منها (لاحظ الصّورة) .

أسْقِطْ شعاعاً من الضّوءِ بحيث ينطبقُ الشّعاعُ على أحد الخطّيْن (يمكنك استخدام مصباحِ جيبٍ كهربائي لهذه الغاية) . ستلاحظ أنّ المرآةَ تعكس هذا الشّعاعَ بحيثُ ينطبقُ على الخطِّ الآخر . إنَّ زاويةَ السّقوط وزاويةَ الانعكاسِ تكونانِ دائماً متساويَتَيْنِ .

الزّاوية المحصورة بين الشّعاع السّاقط والعمود المقام على السّطح العاكس من نقطة السّقوط تسمّى زاوية السّقوط .

الخطّ الّذي يتعامد مع سطح المرآة عند نقطة السّقوط يسمّى « العمود » على السّطح .

الزّاوية المحصورة بين الشّعاع المنعكس والعمود المقام على السّطح العاكس من نقطة السّقوط تسمّى زاوية الانعكاس .

يمكن كتابة قانون الانعكاس على الشّكل التّالي : زاوية السّقوط = زاوية الانعكاس .

ضَعْ شيئاً أمام مرآةٍ صغيرةٍ مثل زهر النرد . حرِّك المرآةَ بعيدا عنه ، ولاحِظْ كيفَ تتحركُ الصّورةُ مبتعدةً داخِلَ المرآةِ بالمسافة ذاتها . وهذا صحيح دائماً ، فَبعدُ الجسمِ عن المرآةِ يساوي بُعْدَ الصّورةِ عنها .

بعد الصّورة

بعد الجسم

الانكسار

تستطيعُ أمواجُ الضّوءِ الانتقالَ عَبْرَ الأجسامِ الشّفّافةِ ، غَيْرَ أنَّ سرعَتَها تقلُّ عندما تدخل تلك الأجسام ، تماماً مثلما تَدْخُلُ أنت إلى البحرِ فإنّ الماءَ يقلّل من سرعَتِكَ . وتكونُ سرعةُ الضوءِ في الهواءِ أكْبَرَ منها في الماءِ وأكْبَرَ منها في الزّجاج ، إذ تَقِلُّ سرعةُ الضّوءِ في الماءِ بنسبةِ ٢٥٪ وفي الزّجاجِ بنسبة ٣٥٪ عن سرعته في الهواءِ .

تبدو بِرَكُ السّباحةِ أقلَّ عُمْقاً ممّا هي عليهِ في الواقعِ ، لأنّ الأشعّةَ الضّوئيّةَ الصّادرةَ عن قاعِ البركةِ تنحرفُ عن مسارِها عندما تخترقُ سطحَ البركة . إنّ ظاهرةَ انحرافِ الضّوءِ عن مسارِهِ عندما ينْتَقِلُ بَيْنَ وسطيْنِ مختلفيْنِ تسمّى « الانْكِسارَ » . وترجعُ هذه الظّاهرةُ إلى اختلافِ سرعة الضّوءِ في الوسطيْنِ .

ينحرف الشّعاع الضوئيّ باتجاه العموديّ على السّطح .

تبدو البقعة وكأنّها هنا .

لماذا ينكسر الضّوء ؟

أرضٌ سَبِخَةٌ

الجنود الخارجون من الأرض السّبخة يسيرون بسرعة أكبر ، لذا يتغيّر الاتجاه ثانية .

يسير الجنود بسرعةٍ أقلّ

يشبه صفّ الجنود الشّعاع الضّوئيّ الدّاخل إلى بركة السّباحة .

عندما يدخل صفٌّ من الجنودِ أرضاً سَبِخَةً فإنّ اتّجاهَ سيرِ الجنودِ سيتغيّرُ . إنّ مُقَدِّمَةَ الصّفّ الّتي تدخلُ الأرضَ السّبخةَ أوّلاً تقلُّ سُرْعَتِها ، في حين تَبْقى سُرْعَةُ بقيّةِ الجنودِ كما هِيَ .

وعند سقوطِ أشعّةٍ ضوئيّةٍ على سطحٍ زجاجيٍّ أو سطحِ ماءٍ بزاويةٍ معيّنة فإن سرعةَ الأشعّةِ تقلُّ عندما تخترقُ السَّطْحَ . وهذا يتسبَّبُ في انحرافِ الأشعّةِ عن مسارِها عندما تَدْخُلُ الزّجاجَ أو الماءَ . كما أنّها تنحرفُ عن مسارِها في الاتّجاهِ المعاكسِ عندما تخرجُ إلى الهواءِ .

منظارُ الأفُق (البيروسكوب)

Periscope

يعتمدُ مبدأُ عمل منظارِ الأفُقِ على الانعكاسِ الدّاخليّ الكلّيّ ، وكذلك مبدأُ عمل الألياف البصريّة الّتي هي عبارةٌ عن خيوط شعريّةٍ من الزّجاج ، إذ ينْتقلُ الضّوءُ خلالها نتيجةَ الانْعكاسِ الدّاخليّ الكلّيّ من جانبٍ إلى آخَرَ .

زجاج

شعاع ضوئي

الشّعاع السّاقط بزاوية تساوي الزّاوية الحرجة ينكسر في اتجاه السّطح .

الشّعاع السّاقط بزوايا كبيرة ينعكس انعكاساً داخليّاً كلّيّاً .

الزّاوية الحرجة

الشّعاع السّاقط بزوايا صغيرة ينكسر

وفي بعضِ الأحيانِ لا يَخْرُجُ الضّوءُ مِنَ الماءِ أو الزّجاجِ لأنّهُ يسقُطُ على السّطحِ بزاويةٍ كبيرةٍ جدّاً ، بَلْ ينعكس ثانيةً إلى داخِلِ الماءِ أو الزّجاجِ . ويسمّى هذا الانعكاسُ « الانعكاسَ الدّاخليَّ الكُلّيَّ » ، وَهُوَ ذو فوائِدَ جَمَّةٍ .

وفي أحيانٍ أخرى يَخْرُجُ الضّوءُ من الزّجاجِ أو الماءِ في اتّجاهِ السّطحِ . إنّ ذلك يحدُثُ فقط عندما يَسْقُطُ الضّوءُ على السّطح بزاويةٍ معيّنةٍ تُعْرَفُ بالزّاويةِ الحرجةِ . وتختلفُ هٰذِهِ الزّاويةُ من مادّةٍ إلى أُخْرى .

الألـوان

ليس الضّوءُ الأبيضُ إلاّ مجموعةً صغيرةً من أمواجِ الطّيفِ الكَهْرَمغناطيسيِّ . وهو مزيجٌ من ألوانٍ مختلفةٍ بأطوالٍ موجيّةٍ مختلفةٍ .

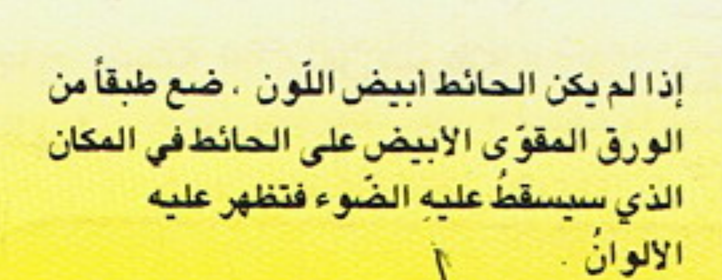
وقد اكتشفَ اسحاق نيوتن عام ١٦٦٦ أنّ الضّوءَ يتألّفُ من ألوانٍ مختلفةٍ ، وذلك عندما سَمَحَ لأشعّةِ الشّمسِ الدّاخلةِ إلى غرفتِه المظلمةِ من فتحةٍ صغيرةٍ في النّافذةِ بالسّقوطِ على منشورٍ زجاجيٍّ . إذ عمل المنشورُ على تحليلِ الضّوءِ إلى عِدَّةِ ألوانٍ ظَهَرَتْ على حائطِ الغرفةِ ، وسمّاها نيوتن « الطّيفَ الشّمسيَّ » . Solar Spectrum .

الحصولُ على الطّيفِ الشّمسيّ

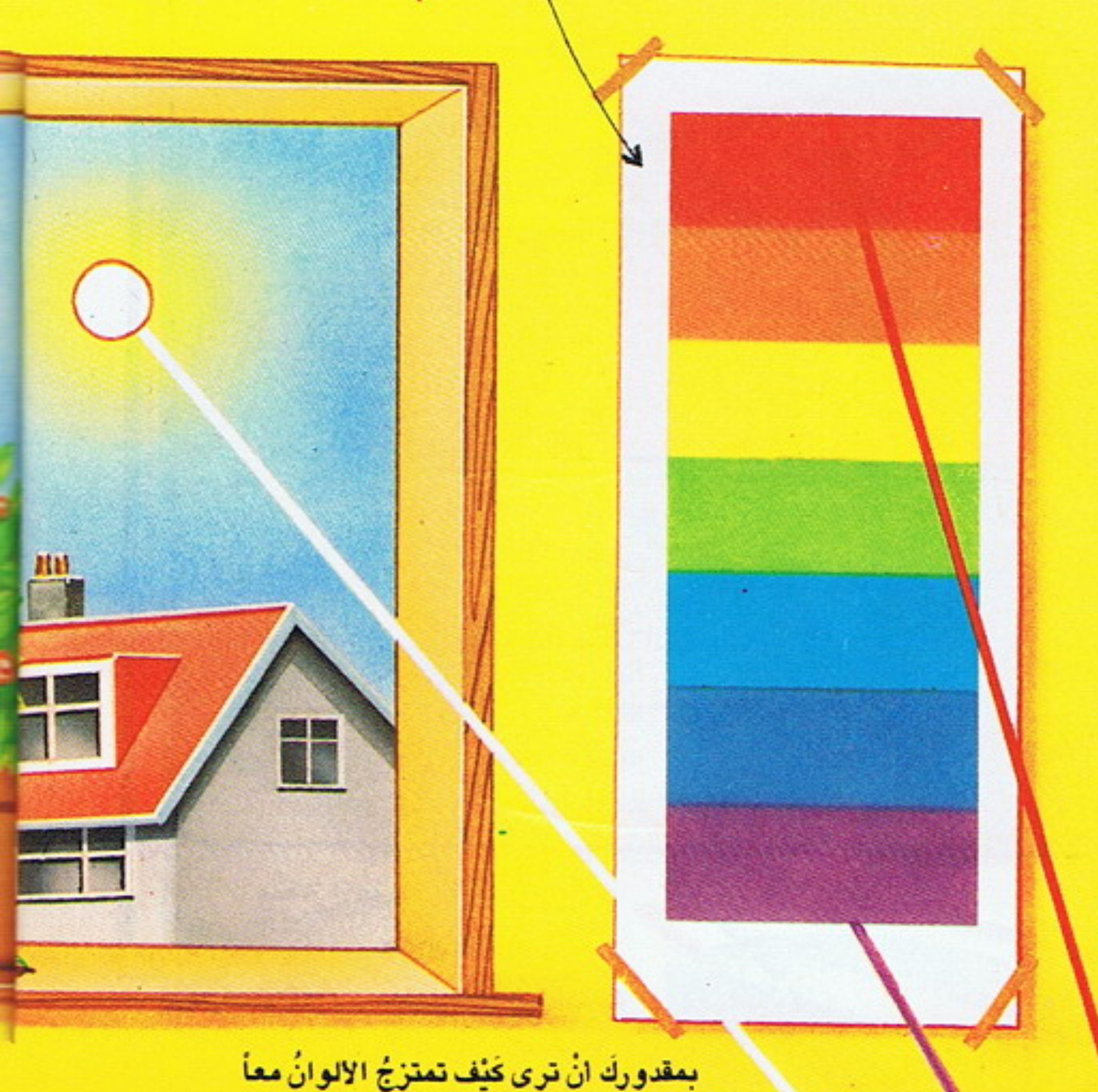
عندما تمرُّ أشعّةُ الشّمسِ خلالَ قَطَراتِ المطرِ فإنها تتحلّلُ إلى ألوانٍ مختلفةٍ . إنّ قطرةَ الماءِ ، في هذه الحالةِ ، تعملُ عملَ المنشورِ .

ويمكنكَ إجراءُ تجربةٍ تُحَلَّلُ فيها ضوءَ الشمسِ إلى ألوانِ الطّيفِ باتّباعِ الخُطُواتِ التّالية :

في يومٍ مُشْمِسٍ (إمّا في الصّباحِ الباكرِ أو بَعْدَ العصرِ ، ويفضّلِ الوقتُ الأخيرُ هذا) ضَعْ مرآةً مستويةً داخل صندوقٍ من البلاستيكِ مملوءٍ بالماءِ بحيثُ تميلُ المرآةُ بزاويةٍ على قاعِ الصّندوقِ وترتكزُ على حافّتِه (لاحظ الصّورة) . ضعِ الصندوقَ في مُواجَهَةِ نافذةٍ مقابلةٍ للشّمسِ بحيثُ تسْقطُ أشعّةُ الشّمسِ على الصّندوقِ . عَدِّلْ وَضْعَ الصّندوقِ أو المرآةِ أو الاثنَيْنِ معاً حتّى ترى ألوانَ الطّيفِ على الحائطِ أمامَكَ .



إذا لم يكن الحائط أبيض اللّون ، ضع طبقاً من الورق المقوّى الأبيض على الحائط في المكان الذي سيسقطُ عليهِ الضّوء فتظهر عليه الألوانُ .



يشكِّلُ سَطْحُ الماءِ في الصّندوقِ وَسَطْحُ الماءِ الملامسِ للمرآةِ منشوراً مائيّاً يَعْمَلُ على تحليلِ ضوءِ الشّمسِ ، إذ تَنْكَسِرُ أمواجُ الضّوءِ بزوايا مختلفةٍ تعتمدُ على طولِها الموجيِّ . فاللونُ الأحمرُ ذو الطّولِ الموجيِّ الأكبرِ ينكَسِرُ بزاويةٍ صغيرةٍ ، في حينِ تكونُ زاويةُ انكسارِ اللّونِ البنفسجيِّ كبيرةً نظراً لِصِغَرِ طولِهِ الموجيِّ .

وبالتّالي فإنَّ ألوانَ الطّيفِ الشّمسيِّ تظهر دائماً على نَفْسِ النَّسَقِ : أحمر برتقاليّ أصفر أخضر أزرق نيليّ بنفسجيّ .

بمقدورك أنْ ترى كَيْف تمتزجُ الألوانُ معاً لتشكّل الضوء الأبيض ، وذلك بخضّ الماءِ في الصندوق البلاستيكيّ المستخدم في التجربة السابقة عن طريق تحريك أصابع يدك داخل الماء . ستلاحظ أنّ الألوان تصبح باهتةً ثم لا تلبث أن تتحوّل إلى اللّون الأبيض .

وبالرّغمِ ممّا ذكرناهُ عن تَكَوُّنِ الطّيفِ الشّمسيِّ من الألوانِ الّتي عدَّدْناها سابقاً ، فإنّ كلَّ لونٍ من هذهِ الألوانِ يتكوَّنُ من مدى عريضٍ من الأمواجِ بأطوالٍ موجيّةٍ مختلفةٍ . فاللّونُ الأصفرُ مثلاً يتألّفُ من عَدَدٍ من الأمواجِ تتدرَّجُ من الأصفرِ البرتقاليّ إلى الأصفرِ المُخْضَرِ .

لمزيد من التّفصيل ، انظر ص ٤٠ من هذا الكتاب .

لمزيد من المعلومات حول الطّول الموجيّ انظر ص ٦ من هذا الكتا

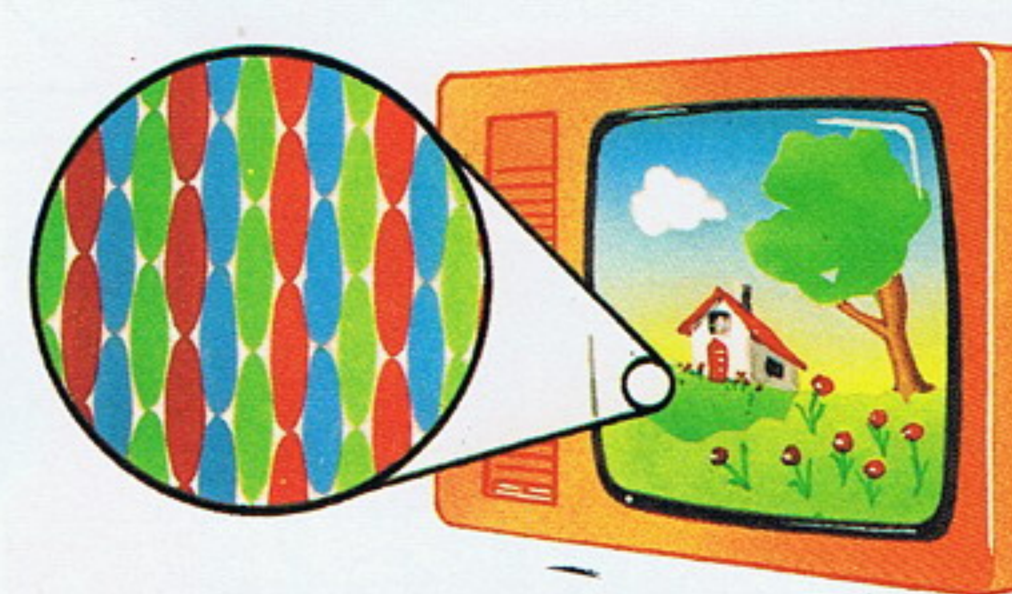
مَزْجُ الألوان

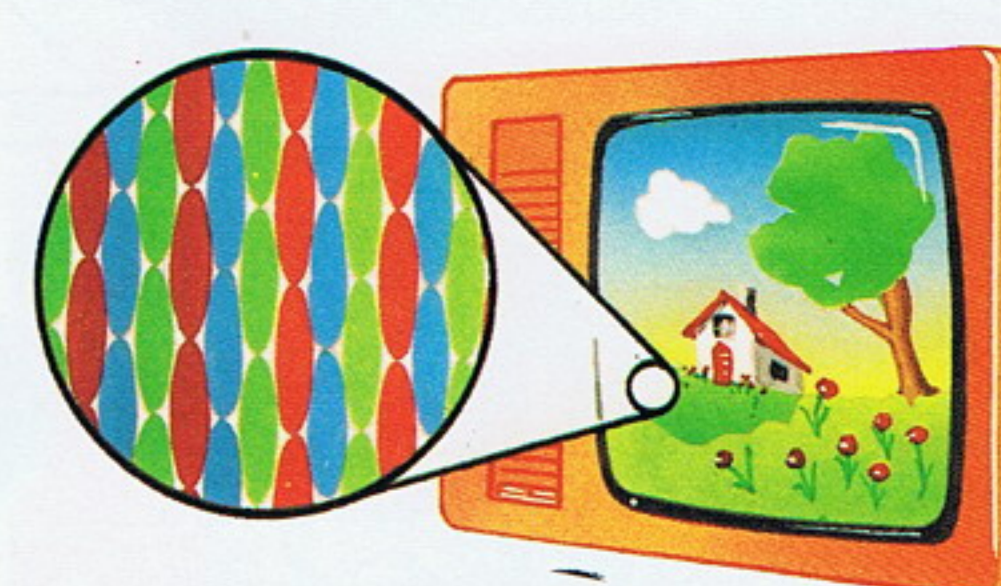
يُمْكِنُكَ مزجُ الألوانِ بطريقتيْنِ : أولاهُما مزجُ أشعةٍ ضوئيّةٍ بألوانٍ مختلفةٍ ، والأخرى مزجُ دهاناتٍ مختلفةِ الألوانِ . والألوانُ الرّئيسيةُ في العلومِ هي الأحمرُ والأخضرُ والأزرقُ . وتسمّى هذه الألوانُ « الألوانَ الأوّليّةَ » . فإذا ما تمّ مزجُ ضوءٍ أحمر وآخَرَ أخْضَرَ وثالثٍ أزرقَ معاً فإنّ الضّوءَ النّاتجَ يكونُ ابيضَ اللّونِ كما يتّضحُ من الرّسمِ .

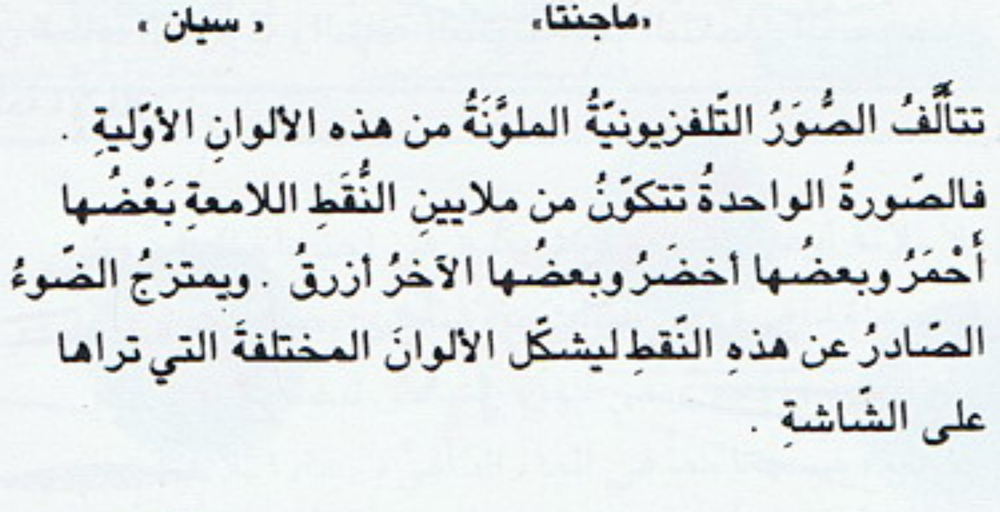
مزج لون احمر مع لون اخضر يعطي لوناً اصفر

مزج لون احمر مع لون ازرق يعطي لوناً احمر مزرقاً يعرف باسم «ماجنتا»

مزج لون ازرق مع لون اخضر يعطي لوناً ازرق داكناً يعرف باسم « سيان »







تتألّفُ الصّوَرُ التّلفزيونيّةُ الملوّنَةُ من هذه الألوانِ الأوّليةِ . فالصّورةُ الواحدةُ تتكوّنُ من ملايينِ النُّقَطِ اللامعةِ بَعْضُها أَحْمَرُ وبعضُها أخضَرُ وبعضُها الآخرُ أزرقُ . ويمتزجُ الضّوءُ الصّادرُ عن هذهِ النّقطِ ليشكّل الألوانَ المختلفةَ التي تراها على الشّاشةِ .



إنّ الدّهانَ وسائرَ الأشياءِ الملوّنةِ الأخرى تحتوي على أصباغٍ تُعْطي الشّيءَ لَوْنَهُ المُمَيَّزَ . فعندما نقولُ إنّ شيئاً ما أحمرُ اللّونِ فإنّ ذلك يعني أن الأصباغَ التي يحتويها تمتصُّ جميعَ ألوانِ الطيفِ ما عدا اللّونَ الأحمرَ الذي ينعكسُ عن ذلك الشيءِ فتراهُ العينُ أَحْمَرَ . كذلك تحتوي الأجسامُ الزّرقاءُ أصباغاً تمتصُّ جميعَ ألوانِ الطّيفِ باستثناءِ الأزرقِ منها .

لماذا تكونُ أوراقُ الأشجارِ خَضْراءَ اللّون ؟

تحتاجُ العمليّاتُ الكيميائيّةُ التي تَجْري في النّباتاتِ إلى الضّوءِ الأحمرِ بشكلٍ رئيسيٍّ . وتمتصُّ النبتةُ ، ما دامَتْ حيّةً ، الضّوءَ الأحمرَ في الطّيفِ الشمسيِّ بوساطةِ صبغةٍ تُعْرَفُ بالكلوروفيل أو المادّةِ اليَخْضوريّةِ وتوجَدُ في أوراقِ النّبتةِ وجذوعِها . أمّا الضّوءُ الباقي من الطّيفِ الشّمسيِّ ، وغالبيّتُهُ من الضوءِ الأخضرِ ، فينعكسُ عنها مكسباً إيّاها لَوْنَها الأَخْضَرَ .

اصْنَعْ مازجَ ألوان

اقْطَعْ قطعةً من الكرتونِ المقوّى على شكلِ قرصٍ دائريٍّ قُطْرُهُ حوالى ٨ سم ، ثم قَسِّمِ القرصَ باستخدامِ قلمِ رصاصٍ إلى سبعةِ أقسامٍ متساويةٍ . لَوِّنْ هذهِ الأقسامَ بألوانِ قَوْسِ قُزَحٍ . اثْقُبِ القرصَ في مركزِهِ ، وأدخِلْ قَلَمَ الرّصاصِ في الثّقْبِ بحيثُ يكونُ طرفُهُ المدبَّبُ في الجهةِ المعاكسَةِ للألوانِ . ابْرُمْ قلمَ الرّصاصِ بحيثُ يَتَحَرَّكُ حركةً دائريّةً مُرْتكِزاً على الرّأسِ المدبّبِ . ما لونُ القرصِ عندما يدورُ بِسُرْعَةٍ ؟ هَلْ تعرفُ لماذا ؟

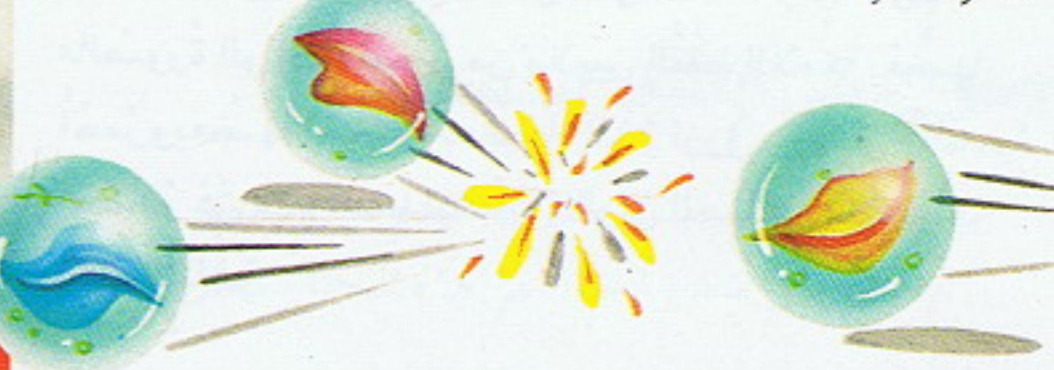
قلم رصاص

قرص من الكرتون المقوّى

لا تَهْتَمَّ إذا لم تحصلْ على لونٍ أبيضَ ناصعٍ ، فذلك يعودُ إلى أنّ الألوانَ التي استخدَمْتَها لَيْسَتْ نقيّةً تماماً .

الطّاقةُ الحراريّة

الحرارةُ شكلٌ آخر من أشكالِ الطّاقةِ ، وتُقاسُ أيضاً بالجول .
وتنتقلُ الطّاقةُ الحراريّةُ على شكلِ أمواجٍ بالطريقةِ نفسِها التي تنتقلُ فيها أمواجُ الضّوءِ وبالسُّرْعةِ ذاتِها . إلّا أنّها تختلفُ عن أمواجِ الضّوءِ في الطّولِ الموجيّ .
ونحصلُ على الطّاقةِ الحراريّةِ من أنواعٍ أخرى من الطّاقةِ . فعلى سبيلِ المثالِ نحصلُ على الطّاقةِ الحراريّةِ من الطّاقةِ الكهربائيّةِ في سخّانٍ كهربائيٍّ . وغالباً ما تكونُ الطاقةُ الحراريّةُ نتاجاً مصاحباً لِتَغَيُّراتِ الطّاقةِ الأخرى . فَعِنْدَ إطلاقِ عيارٍ ناريّ تكونُ الطّاقةُ الحراريّةُ والطّاقةُ الصّوتيّةُ هما النّتاجانِ المُصاحبانِ لعمليّةِ الإطلاقِ .



تستطيع هنا أن ترى ماذا يحدث عندما يغيّر الماء حالته ، أي يتحوّل من حالة الصّلابة إلى حالة السّيولة ومن ثمّ إلى الحالة الغازيّة .



١ صلب

تهتزُّ الجزيئاتُ في الجليد قليلاً جداً ولكنها تَسْخُنُ فإنَّها تحصل على قَدْرٍ من الطّاقة يكفي لِأَنْ يتحوّلَ الجليدُ إلى ماءٍ .

ماذا تفعلُ الحرارة ؟

تتكوّنُ جميعُ الأشياءِ المحيطةِ بك من أجزاءٍ متناهيةٍ في الصِّغرِ ، لا تُرى بالعينِ المجرّدةِ ، تسمّى الذّرّاتِ . وفي العادة تَتحدُ الذّرّاتُ معاً لِتُكَوِّنَ ما يعرف بالجُزيْئاتِ .
تمتلكُ الجزيئاتُ طاقةً حركيّةً تجعلُها تتحرّكُ باستمرارٍ حركةً اهتزازيّةً . أي إنّ الجزيئاتِ تتحرّكُ إلى الأمامِ والخلفِ وإلى اليمين واليسارِ على جانبيْ موضعِ سكونِها . وتتحرّكُ الجزيئاتُ حتّى في الموادِّ الصّلبةِ ، إلّا أنَّ حركتها لا تكونُ كافيةً لِأن تَبْرَحَ أمكِنَتَها في البلّورةِ .
وعندما تسقُطُ الأمواجُ الحراريّةُ على الجزيئاتِ فإنّ طاقتَها تتحوّلُ إلى طاقةٍ حركيّةٍ تزيدُ من حركةِ الجزيئاتِ الاهتزازيّةِ . وتَصْطدمُ الجزيئاتُ بعضُها ببعض فتنتقلُ الطّاقةُ الاهتزازيّةُ من جُزَيْءٍ إلى آخَرَ .



مُشاهدةُ الكيفيّةِ الّتي تتحرّكُ فيها الجزيئات

ضَعْ كمّيّةً من حبوبِ البازيلاءِ في مرطبانٍ زجاجيّ ، ورُجَّهُ بلُطْفٍ .
ستلاحظُ كيف تهتزُّ حبّاتُ البازيلاءِ دون أن تَبْرَحَ أَمْكِنَتَها بصورةٍ ملحوظة وهذا هو ما يحدثُ عند تسخينِ جسمٍ صلبٍ . وإذا ما زِدْتَ من قوّةِ رَجِّ المرطبانِ فإنّ حبّاتِ البازيلاء سَتَكْتَسِبُ طاقةً أَكْبَرَ تجعلُها تتدحرجُ بعضها فوق بعضٍ تماماً مِثْلَ الجزيئاتِ في السّائلِ .
والآنَ رُجَّ المرطبانَ بقوّةٍ كبيرةٍ . ماذا تلاحظ؟ إنّ بعضَ حبّاتِ البازيلاءِ قد يقفِزُ خارجَ المرطبانِ . وهذا عَيْنُ ما يحدُثُ للجزيئاتِ عندما يَسْخُنُ سائلٌ إلى درجةِ الغليانِ ، إذ تقفز بعضُ الجزيئاتِ خارجَ السّائلِ مُكَوِّنَةً بخاراً أو « غازاً » .

هَلْ بِإمكانِكَ أن تُبَيِّنَ مدى سخونةِ جسمٍ ما ؟



إملأ ثلاثةَ أوعيةٍ بالماءِ بحيث يكونُ في أحدِها ماءٌ باردٌ وفي الثّاني ماءٌ دافىءٌ وفي الثّالثِ ماءٌ ساخنٌ . ضَعْ إحدى يدَيْكَ في الماءِ البارِدِ والأخرى في الماءِ السّاخنِ لِبِضْعِ ثوانٍ ، ثمّ ارْفَعْهُما وَضَعْهُما معاً في الماءِ الدّافىء . ماذا تلاحِظُ ؟

إنّ يَدَكَ الّتي كانَتْ في الماءِ السّاخنِ سَتُحِسُّ بأنَّ الماءَ الدّافىء باردٌ جدّاً ، بينما تُحِسُّ يَدُكَ الّتي كانَتْ في الماءِ البارِدِ بأنّ الماء الدّافىء شديدُ الحرارةِ .

إنّ درجةَ الحرارةِ هي الْمِقْياسُ لبيانِ مدى سخونةِ الأشياءِ أو بُرودَتِها . ولا يستطيعُ الإنسانُ قِياسَ دَرَجَةِ الحرارةِ باسْتِخْدامِ حواسِّهِ ، بَلْ يَحْتاجُ إلى أدواتٍ مساعِدَةٍ تَقيسُها لهُ . وَتُسْتَخْدَمُ موازينُ الحرارةِ لقياسِ دَرَجَةِ الحرارةِ ، ومن الأمثلةِ عليها ميزانُ الحرارةِ الطبيُّ المبيّنُ في الصّورةِ .

تدريجُ درجاتِ الحرارةِ لبيانِ درجةِ حرارةِ الأشياءِ المحيطةِ مَقيسةً بالدّرجاتِ المئويّةِ . إنّ درجةَ حرارةِ الجليدِ هي الصِّفْرُ المئويُّ ، أمّا الماءُ المغليُّ فدرجةُ حرارتِهِ هي مائة درجةٍ مئويّة .
ودرجةُ حرارةِ جسمِ الإنسانِ لا تبتعدُ كثيراً عن ٣٧ درجة مئويّة. لذا فإنَّ تدريجَ هذا الميزانِ يبدأُ من ٣٥ درجة مئويّة وينتهي عند ٤٢ درجة مئويّة

مستودعٌ زجاجيٌّ مملوءٌ بسائلِ الزّئبقِ . وعندما ترتفعُ درجةُ حرارةِ الجوّ المحيطِ به يسخن السّائلُ فتزدادُ طاقةُ حركةِ جزيئاتِهِ ، ممّا يؤدي إلى تَمَدُّدِهِ وارتفاعِهِ في الأنبوبِ .

الجزءُ الضّيّقُ يعطيكَ الوقتَ الكافي لقراءةِ درجةِ الحرارةِ ، لأنّ الزّئبقَ عندما يتخطّى هذه النقطةَ لا يرجعُ في الأنبوبِ إلى أسفلَ إلّا بعد رجِّ الميزانِ

وَهُناكَ أنواعٌ أخرى عديدةٌ من موازينِ الحرارةِ يَسْتَخْدِمُ بَعْضُها نوعاً خاصّاً من الكُحولِ لقياسِ درجاتِ الحرارةِ المنخفضةِ جدّاً ، ويستخدم بعضُها الآخرُ الغازَ . حتّى إنّهُ يمكنُ قياسُ درجاتِ الحرارةِ باسْتِخْدامِ الكهرباءِ .

٣ غـاز

يَشْغلُ البخارُ حيِّزاً أكثرَ من ذلك الّذي يشغلُهُ الماءُ . لذا تهتزُّ أغطيةُ آنيةِ الطّهي تَحْتَ تأثيرِ البخارِ ، الذي هو عبارةٌ عَنْ غازٍ مكوّنٍ من جزيئاتٍ تتطايرُ في الهواءِ فإذا ما لامَسَتْ هذهِ الجزيئاتُ جسماً بارداً فإنّها تتحوّلُ ثانيةً إلى ماءٍ . إنّها تُعْطي طاقَتَها للسّطحِ الأكْثَرِ بُرودةً ، فيسخُنُ قليلاً نتيجةً لذلكَ .

غاز

٢ سائل

عندما يُسَخَّنُ الماءُ أكثرَ فأكثر ، فإنّ جزيئاتِه تحصلُ على مزيدٍ من الطّاقةِ بحيثُ يصيرُ بمقدورِها أن تتحرّكَ أبْعَدَ وأسْرَعَ . ويحصلُ بعضُ هذهِ الجزيئاتِ نتيجةَ التّسْخينِ على طاقةٍ تكفي لأَنْ تَتْرُكَ السّائلَ . وعندما يَصِلُ الماءُ إلى دَرَجةِ الغليانِ يحصلُ عددٌ كبيرٌ من الجزيئاتِ على طاقةٍ كافيةٍ لأنْ تُغادِرَ الماءَ على شكلِ بُخارٍ .

سائل

فكِّرْ لماذا تَنْسَكِبُ محتوياتُ آنيةِ الطّهي أحياناً نتيجةَ الغليانِ .

شُذوذُ الماء

بالنّسْبةِ لِمُعْظَمِ الموادِّ فإنّها تَشْغَلُ في حالةِ السّيولةِ حيّزاً أكبرَ مِنْهُ في حالةِ الصّلابَةِ ، لأنّ جزيئاتِ السّائلِ تكونُ متباعدةً أكثرَ مِنْ جزيئاتِ المادّةِ الصّلبةِ . أمّا الماءُ فَهُوَ شاذٌّ ، إذْ إنّهُ في حالةِ ذوبانِ لَوْحٍ من الجليدِ يَشْغَلُ الماءُ النّاتجُ عن ذوبانِ اللوحِ حيّزاً أقلَّ . ويعودُ ذلكَ إلى الكيفيّةِ التي تتوزَّعُ (تَنْتَظِمُ) فيها الجزيئاتُ في الجليدِ . وَتَتَفَجَّرُ أنابيبُ المياهِ أحياناً في فَصْلِ الشّتاءِ بسببِ تَمَدُّدِ الماءِ المتجمّدِ داخِلَها .

كَيْفَ تَنْتَقِلُ الحرارة ؟

تنتقلُ الحرارةُ بثلاث طرقٍ أولاها على هيئة أمواجٍ تماماً مثلَ الضوءِ . وَيُطْلَقُ على هذه الطّريقةِ اسمُ « الإشعاعِ الحراريّ » . وتبلغُ سرعةُ انتقالِ الأمواجِ الحراريّةِ ٣٠٠ مليون مترٍ في الثّانيةِ الواحدةِ ، أي إنّها تقطعُ في الثّانيةِ الواحدةِ ما يعادلُ ثمانيةَ أمثالِ محيطِ الكرةِ الأرضيّةِ على وجه التّقريب . وَيَصِلُنا الإشعاعُ الحراريُّ الصّادرُ عن الشّمسِ عَبْرَ نَحْوِ ٢٤٠ مليون كيلومتر من الفراغِ خلال زمنٍ مقدارُهُ حوالي ثماني دقائقَ . إنَّ جميعَ الأجسامِ تُشِعُّ أمواجاً حراريّةً، ويزدادُ الإشعاعُ الحراريُّ لجسمٍ ما بازديادِ درجةِ حرارةِ ذلك الجسم. فالمدافىءُ الكهربائيّةُ والمواقدُ والمصابيحُ الكهربائيّةُ، على سبيلِ المثالِ ، تُشِعُّ أمواجاً حراريّةً .



إنَّ الأمواجَ الحراريّةَ ذاتها لَيْسَتْ ساخِنَةً، إلّا أنها عندما تَسْقُطُ على جسمٍ ما وتُمْتَصُّ مِنْ قِبَلِهِ يصبحُ هذا الجسم ساخناً. وتمتصُّ الأجسامُ قاتمةُ اللونِ الإشعاعَ الحراريَّ بشكلٍ أكْبَرَ من الأجسامِ فاتحةِ اللّوْنِ. وفي بِرَكِ السّباحة التي تستغلُّ الطّاقةَ الشّمسيّةَ لِتَسْخينِ مائِها، تُسْتَخْدَمُ «المجمِّعاتُ الحراريّةُ»، وهي ألواحٌ سوداءُ مغطّاةٌ بالزّجاجِ . وعندما تَسْقُطُ أشعّةُ الشّمسِ عليها تمتصُّها الألواحُ السّوداءُ فَتَسْخُنُ، ومن ثمّ تُسَخِّنُ الماء في الأنابيبِ الملامسة لهذه الألواحِ فيذهبُ الماءُ بِدَوْرِهِ إلى البِرْكَةِ ليحلَّ محلَّهُ ماءٌ جديدٌ، وهكذا.



وَيَنْعَكِسُ الإشعاعُ الحراريُّ عَنِ السّطوحِ البيضاءِ واللامعةِ . ويميلُ النّاسُ إلى ارتداءِ ملابسَ ذاتِ ألوانٍ فاتحةٍ في فصلِ الصّيفِ لأنّها تَعْكِسُ معظمَ الإشعاعِ الحراريّ . وفي البُلْدانِ حارّةِ المناخِ ، كأستراليا مثلاً ، تُصْنَعُ مُعْظَمُ السّيّاراتِ بَيْضاءَ اللونِ للسَّبَبِ ذاتِهِ . جرِّبْ أن تلمسَ سيارةً فاتحةَ اللونِ وأخرى قاتمةَ اللونِ في جوٍّ مُشْمِسٍ حارٍّ . سَتَجِدُ أنَّ السّيّارةَ القاتمةَ تكونُ الأَكْثَرَ سُخونَةً .



ارْتِفاعُ الحرارةِ

عندما تسخن السّوائلُ والغازاتُ تزدادُ طاقةُ حركةِ جزيئاتِها فتتباعدُ هذهِ الجزيئاتُ ، وَتَقِلُّ كثافةُ * السّائلِ أو الغازِ ممّا يجعلُهُ أخفَّ من ذي قبل ، فيرتفعُ إلى أعلى . أما السّائلُ أو الغازُ البارِدُ فيكونُ أكْثَرَ كثافةً وبالتّالي أثْقَلَ فينزلُ إلى أسْفل . وتُسمّى هذهِ الطريقةُ التي تنتقل بها الحرارةُ في السّوائلِ والغازاتِ « انتقالَ الحرارةِ بالحَمْل » . وهذهِ هي الطّريقةُ الثانيةُ التي يمكِنُ للحرارةِ أن تنتقل بوساطَتِها .

تستخدم الطّائراتُ الشّراعيّةُ تيّاراتِ الحمل .

كيفَ تَعْمَلُ الْمُشِعّاتُ الحراريَّةُ

تعطي مُشِعّاتُ التّدفئةِ المركزيةِ مُعْظَمَ حرارتِها بالْحَمْلِ وليس بالإشعاعِ . وتعملُ هذه المشعّاتُ على تسخينِ الهواءِ المحيطِ بها الّذي يتصاعَدُ على شكلِ تيّاراتِ حَمْلٍ (أي تحملُ الطّاقةَ الحراريّةَ مَعَها) . أمّا الهواءُ البارِدُ فيهبط إلى أسْفَلَ حيثُ يتمُّ تسخينُهُ فيتصاعد ليحلَّ محلّه

* لمزيدٍ من المعلوماتِ عن الكثافةِ انظر ص ٢٥ من هذا الكتاب .

انْتِقالُ الحرارةِ بالتَّوْصيل

تنتقِلُ الحرارةُ بالفعلِ خلالَ بعضِ الأجسامِ دونَ أنْ تَشْعُرَ أنتَ بذلك . ويتمُّ انتقالُ الحرارةِ بهذه الطَّريقةِ من خلالِ حركةِ الجزيئات . فعندما تسخُنُ الجزيئاتُ تزدادُ طاقتُها الحركيَّةُ ، وتنتقلُ هذه الطَّاقةُ من جُزَيْءٍ إلى آخَرَ نتيجة تصادُمِ هذهِ الجزيئات .

وَيُعْرَفُ انتقالُ الحرارةِ بهذه الطَّريقةِ بالتوصيل ، وهذهِ هي الطَّريقةُ الثَّالثَةُ من طُرُقِ انتقالِ الحرارة . وبَعْضُ الأجسامِ أكْثَرُ توصيلاً للحرارةِ من غَيْرِها . فالهواءُ مثلاً مُوَصِّلٌ رديءٌ للحرارة ، وكذلك معظمُ الملابس .

وفي الجوِّ البارِدِ يلبسُ النَّاسُ ملابس صوفيَّةً لئلّا تتسرَّبَ حرارةُ أجسادِهِمْ . أمَّا في البُلْدانِ الحارَّةِ فيرتدي النَّاسُ ملابسَ قطنيَّةً خفيفةً ، فلا تنتقلُ حرارةُ الجوِّ إلى أجسادِهِمْ وذلك بِسَبَبِ الهواءِ الموجودِ بينَ الملابسِ وهذه الأجسادِ ، إذ تَعْمَلُ تيّاراتُ الحملِ داخِلَ الملابسِ على إبعادِ الهواءِ السَّاخنِ .

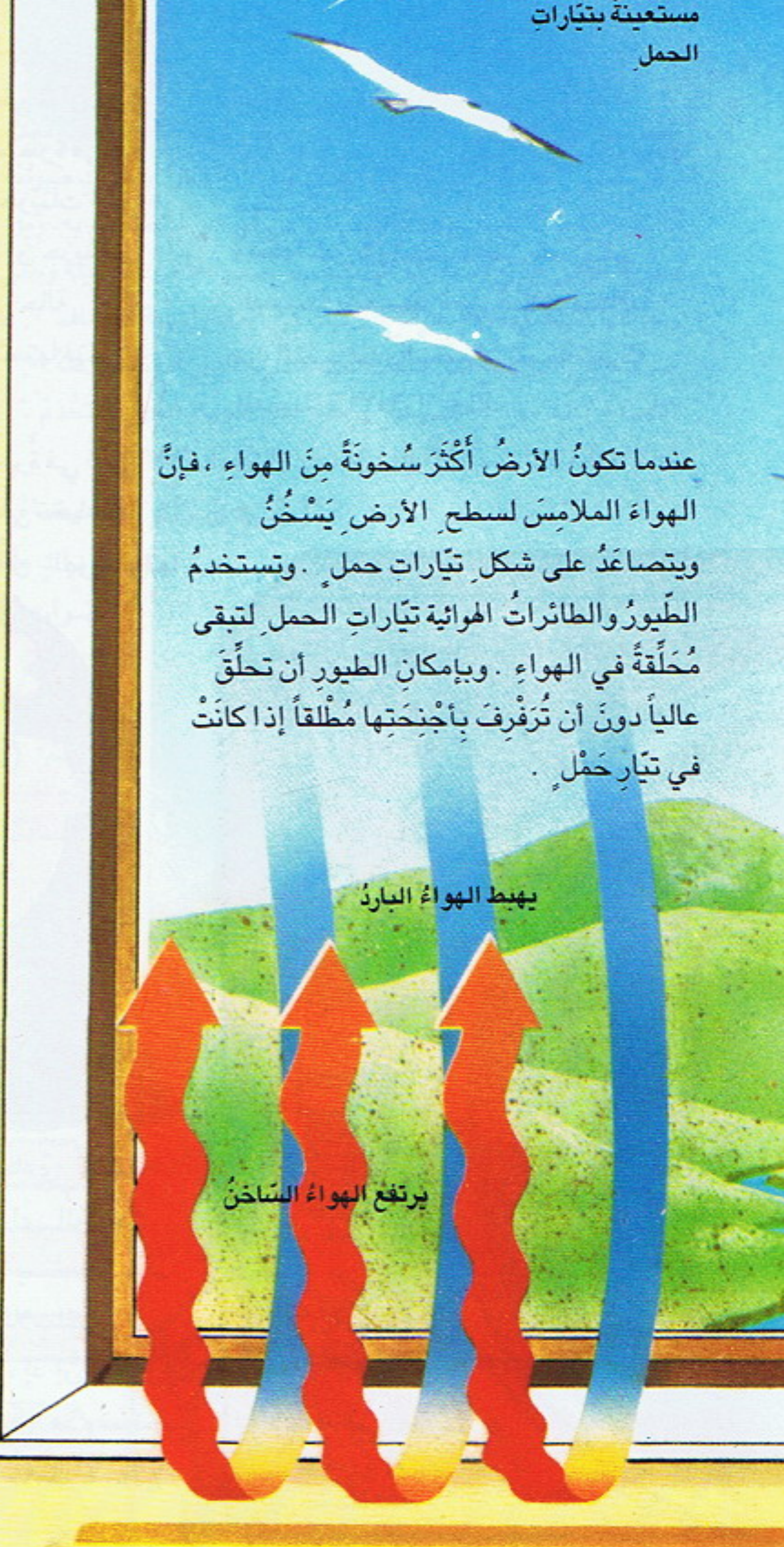


فَحْصُ الملاعِق

أيَّةُ مِلْعَقَةٍ سَتَسْخُنُ أكْثَرَ حَسْبَ اعتقادِكَ ؟ إنَّ الزُّبْدَ يذوبُ أَسْرَعَ ما يمكنُ على ملعقةِ الفضَّةِ ، لأنَّ الفضَّةَ أجودُ الموادِّ المبيَّنةِ في الرَّسمِ توصيلاً للحرارةِ . أمَّا مِلْعَقَةُ البلاستيكِ فستكونُ الأقلَّ سُخونةً ، إذ أنَّ البلاستيك مُوَصِّلٌ رديءٌ للحرارة .

ولهذا السَّببِ تَخْتارُ مقابِضُ آنيةِ الطَّبخِ من البلاستيكِ في أغلبِ الأحيانِ . وَتُسمّى الموادُّ رديئةُ التَّوصيلِ للحرارةِ بالموادِّ العازلةِ أو العوازل .





عندما تكونُ الأرضُ أَكْثَرَ سُخونةً مِنَ الهواءِ ، فإنَّ الهواءَ الملامِسَ لسطحِ الأرضِ يَسْخُنُ ويتصاعَدُ على شكلِ تيّاراتِ حملٍ . وتستخدمُ الطّيورُ والطائراتُ الهوائية تيّاراتِ الحملِ لتبقى مُحَلِّقَةً في الهواءِ . وبإمكانِ الطيورِ أن تحلِّقَ عالياً دونَ أن تُرَفْرِفَ بِأَجْنِحَتِها مُطْلَقاً إذا كانَتْ في تيّارِ حَمْلٍ .

يَجِبُ أن تكونَ البيوتُ ذاتَ تهويةٍ جيِّدة . ويجبُ أن يُكْمِلَ الهواءُ دَوْرَتَهُ في الْغُرَفِ . وعندما يَسْخُنُ الهواءُ بفعلِ المدافىءِ وغيرِها فإنَّه يُصْبِحُ أقلَّ كثافةً ويصعَدُ إلى أعلى باتجاهِ السَّقْفِ ، حيثُ يَمْتَزِجُ بالهواءِ البارِدِ الدّاخلِ من النّافذةِ ممّا يَجْعَلُهُ يَهْبِطُ ثانيةً إلى أسْفَلَ .

أَحْجِيَة كيف تحافظُ على بيتك دافئاً ؟ هَلْ لَدَيْك تدفئةٌ مركزيَّةٌ أو موقدٌ حراريٌّ أو مِدْفَأةٌ تعملُ بالغاز أو الكاز أو السّولار ؟ هلْ نوافذُ بيتكَ ذاتُ زجاجٍ مزدوجٍ ؟ هل تحصلُ أنْتَ على الدِّفْءِ بالإشعاعِ أو بالحملِ أو بالتوصيلِ ، أو بهذه الطُرقِ مجتمعةً ؟

الصَّوْتُ والضَّوْضاء

الصَّوتُ شكلٌ آخرُ من أشكالِ الطّاقةِ وتنشأُ الأصواتُ نتيجةً لاهتزازِ الأجسامِ ، ويؤثّرُ هذا الإهتزازُ في جزيئاتِ الوسطِ المحيطِ بالأجسامِ المهتزّةِ فتهتزُّ هي الأخرى إلى أن يَصِلَ الصّوتُ الى السّامِعِ .
إنَّ جزيئاتِ الْوَسَطِ لَيْسَتْ هي بِحَدِّ ذاتِها الصَّوْتُ ، غَيْرَ أنَّهُ بدونِها لا يَنْتَقِلُ الصَّوْتُ بَلْ يُخَيِّمُ السّكونُ .

ماذا يَحْدُثُ عندما تُصْدِرُ صَوْتا ؟

جَرِّبْ ما يلي باستخدامِ مسطرتك ..

اثْنِ المسطرةَ بالضَغطِ عليها إلى أسفلَ ثم اتْرُكْها تَهْتَزُّ .



١ ـ عندما تكونُ المسطرةُ في أعلى موضعٍ لها فإنّها تَعْمَلُ على تقاربِ جُزيْئاتِ الهواءِ فَوْقَ المسطرةِ في الوقتِ الّذي تتباعَدُ فيهِ جزيئاتُ الهواءِ تحتَ المسطرةِ . ونقولُ إنّ جزيئاتِ الهواءِ فَوْقَ المسطرةِ في حالةِ تَضاغُطٍ ، أما تلك التي تحتها فتكونُ في حالةِ تَخَلْخُلٍ .

٢ ـ وعندما تكونُ المسطرةُ في أدْنى مَوْضعٍ لها فإنّها تعملُ على تضاغُطِ الهواءِ أسْفَلَ مِنْها وَتَخَلْخُلِ الهواءِ فَوْقَها .

٣ ـ في هذه الأثناءِ تتباعَدُ جزيئاتُ الهواءِ الذي يتضاغطُ أوّلًا ، ممّا يَنْشأُ عَنْهُ تضاغطٌ آخرُ للجُزَيْئاتِ التي تقعُ فوقها مُباشَرَةً ..
وهكذا تمرُّ كلُّ مجموعةٍ من الجُزَيْئاتِ المحيطةِ بالمسطرةِ في حالاتٍ متعاقبةٍ من التّضاغطِ والتّخلخلِ نتيجة لحركة المسطرةِ الاهتزازيَّةِ تِلْكَ .

كَيْفَ تَسْمَعُ الصَّوْتَ

إنَّكَ تَسْمَعُ الأصواتَ الصّادرةَ عن الأجسامِ لأنَّ ذلك النَّمَطَ من التّضاغُطاتِ والتّخلخلاتِ المتعاقِبَةِ المنتشرةِ في الهواءِ من مصدرِ الصّوتِ يَصِلُ إلى أُذُنِكَ ، فَيَعْمَلُ على اهتزازِ طَبْلَتِها . وتتحوّلُ هذه الاهتزازاتُ داخِلَ الأُذُنِ إلى نبضاتٍ كهربائيّةٍ تنتقلُ خلالَ العصبِ السّمعيِّ إلى الدّماغِ الذي يقومُ بِتَرْجَمَةِ هذهِ النّبضاتِ إلى صَوْتٍ .



يَحْتاجُ الصّوتُ إلى وسطٍ ماديٍّ لانْتِقالِهِ ، فَهُوَ لا يَنْتَقِلُ في الفراغِ ، أيِ الْوَسَطِ الخالي من الجزيئاتِ . لذا يستخدمُ روّادُ الفضاءِ أجْهِزَةَ الإرسالِ اللاسلكيَّةِ للتّحدُّثِ بعضِهم مع بعض، إذ إنَّ الأمواجَ الصّادرةَ عَنْ أجهزةِ الإرسالِ هذهِ تَسْتَطيعُ الانتقالَ في الفراغِ ، تماماً مثل الأمواجِ الضّوئيّةِ .

الإتساع

التردّد

كلّما زاد عَدَدُ الامواجِ على الشّاشةِ كان التّرَدّدُ اعلى ، وكذلك درجة الصّوت .
إنّ الأشياء التي تكون سرعة اهتزازها كبيرة ، تُصْدِرُ اصواتاً ذات درجة عالية .

كَمْ تَبْلُغُ سرعةُ الصّوت ؟

ينتقلُ الصوتُ خلالَ الأجسامِ الصّلبةِ والسّائلةِ بسرعةٍ أكبرَ من سرعةِ انتقالهِ في الهواءِ. فأنت تستطيعُ أن تُنْبِىءَ عَنْ قُرْبِ وصولِ قطارٍ مثلًا لأنّكَ تَسْمَعُ الهسيسَ الصّادرَ عَنْ سكّةِ الحديدِ، نتيجةً لانْتقالِ صَوْتِ حَرَكَةِ القطارِ عَبْرَها، قَبْلَ سماعِكَ صَوْتَ القطارِ نَفْسِهِ عن طريقِ الهواءِ. هلْ تعلمُ أنّ هنودَ أمريكا كـانوا يضعـونَ آذانَهُمْ على الأرْضِ للإصْغـاءِ، بِهَـدَفِ التّثبُّتِ مِنْ وجـودِ خُيولٍ تَقْتَرِبُ من أماكنِ وجودِهِمْ لماذا كانوا يفعلون كذلك في اعْتقادِكَ ؟

ما الذي

يَسْتَخْدِمُ العلماءُ جهازَ راسمِ الذّبذباتِ (الأوسيلوسكوب) الذي يُشْبِهُ تلفازاً صغيراً لمشاهَدَةِ النّمطِ الموجيِّ للصّوتِ. وتتحوّلُ الاهتزازاتُ الصّوتيّةُ إلى

الأصواتُ تَحْتَ الماء

الرّنين



تستطيعُ السُّفنُ أن تكتشفَ فيما إذا كان شيءٌ تحتها كغوّاصةٍ مثلاً، وأن تُحدِّدَ عُمْقَ مثلِ هذهِ الغوّاصةِ عن طريقِ إرسالِ نبضاتٍ صوتيّةٍ داخلَ الماءِ، إذ تنعكِسُ هذه النّبضاتُ عن أيِّ شيْءٍ تصطدمُ به. ومن معرفةِ الزّمنِ الذي تستغرقُهُ النبضةُ منذُ صدورِها من السّفينةِ وحتّى رجوعِها إليْها، وَمَعْرِفَةِ سُرْعَةِ الصّوتِ في الماءِ (اربعة اضعاف سرعته في الهواء) يمكنُ تحديدُ بُعْدِ الشّيْءِ الذي انْعَكَسَتْ عنهُ الأمواجُ (النّبضات) الصّوتيّةُ. وَيُطْلَقُ على الجهازِ الذي يُسْتَخْدَمُ لهذهِ الغايةِ جهازَ سَبْرِ الأَبْعادِ بالصّدى «السّونار» Sonar .

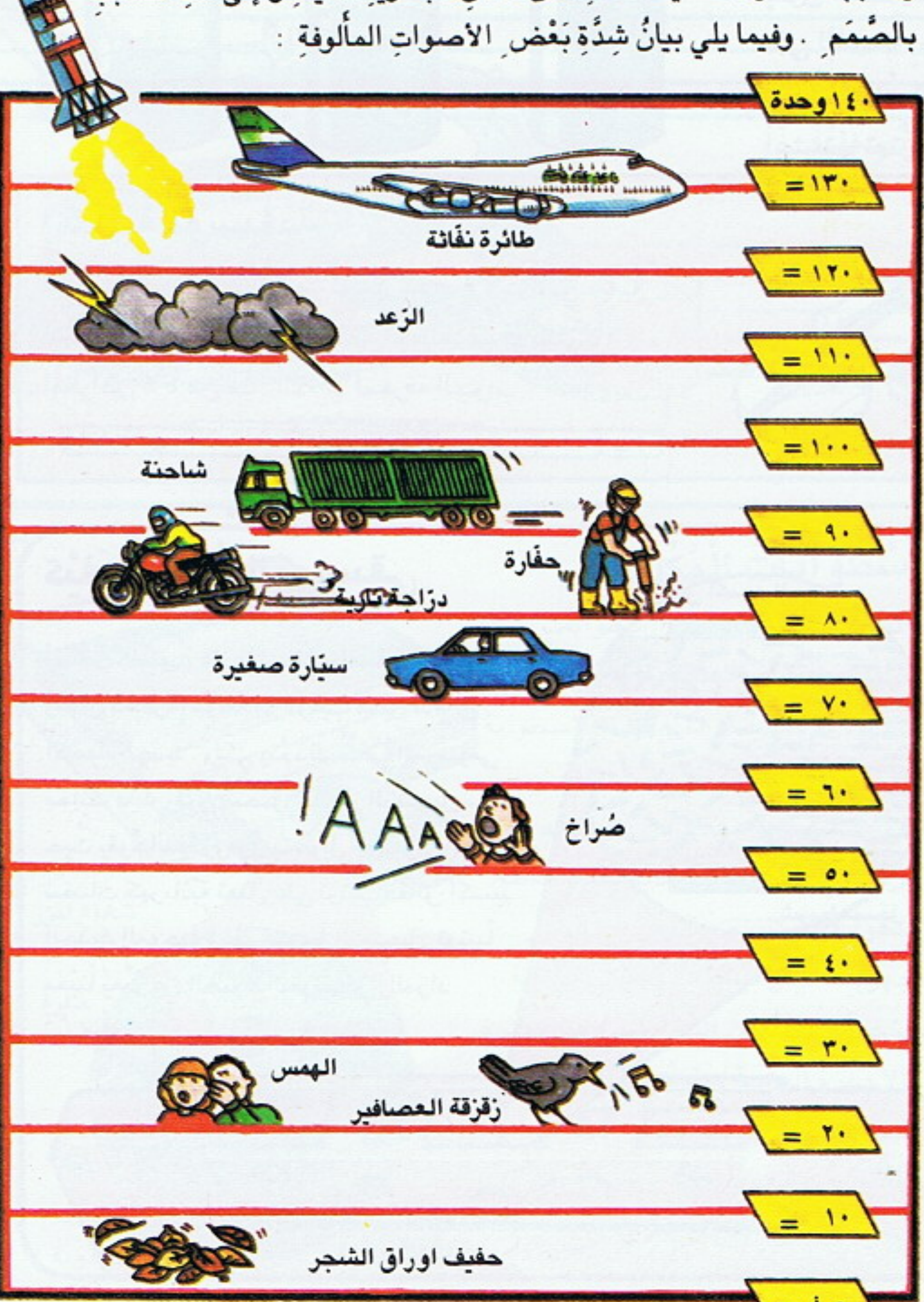
عندما تَنْقُرُ كأساً بإصبَعِكَ فإنّها تَهْتَزُّ وتُصْدِرُ صوتاً بتردُّدٍ خاصٍّ يُسمّى التّردّدَ الطبيعيَّ للكأسِ . إنّ مغنّياً يغنّي لَحْناً بتردّدٍ يساوي التّردّدَ الطبيعيَّ للكأسِ يُفْتَرَضُ أنْ يَجْعَلَ الكأسَ تَهْتَزُّ لِدَرَجَةِ أنْ تَتَحَطَّمَ .

ويطلقُ على ظاهرةِ اهتزازِ جسمٍ ما بتأثيرِ اهتزازِ جسمٍ آخر مساوٍ له في التّردّدِ الطبيعيِّ اسمُ « الرّنين » .

الضّوضاء

الضّوضاءُ ، مثل تلكَ الّتي تصدرُ عن المركباتِ الثّقيلةِ ، هي خليطٌ من الاهتزازاتِ بتردّداتٍ مختلفةٍ . ولا تكونُ هذهِ الاهتزازاتُ على نَمَطٍ مُنْتَظَمٍ كما هو الحالُ في الأصواتِ الأخرى . وتُقاسُ شِدّةُ الصَّوْتِ أوِ الضّوضاءِ بوحدةٍ هي « الدّيسيبل » Decibel .

وتسبّبُ الأصواتُ عاليةُ الشّدّةِ أذىً للأُذُنِ البشريّةِ قَدْ يَصِلُ إلى حدِّ التّسبُّبِ بالصَّمَمِ . وفيما يلي بيانُ شِدَّةِ بَعْضِ الأصواتِ المألوفةِ :



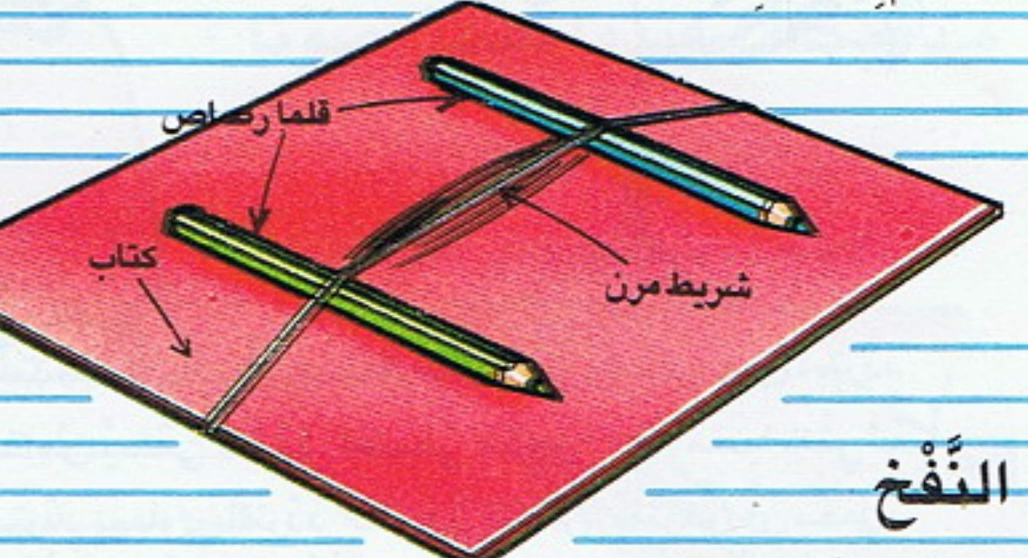


...هُ الصّوت

...متزازاتٍ كهربائيّةٍ داخلَ ميكروفونٍ متّصلٍ بالجهازِ ، فتظهرُ أشكالٌ موجيّةٌ على شاشَتِهِ . وَتُبَيِّنُ قِمَمُ هٰذِهِ الأشكالِ الْوَقْتَ الذي تصدمُ فيهِ الميكروفونَ مجموعةٌ كبيرةٌ من الجُزَيْئاتِ .

الموسيقى

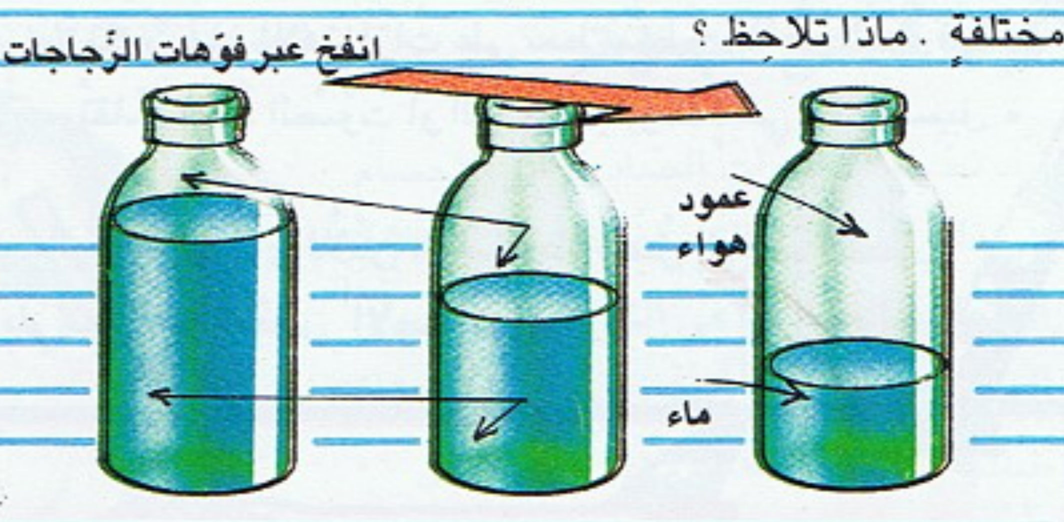
هُناكَ ثلاثةُ أنواعٍ رئيسيَّةٍ من الآلاتِ الموسيقيَّةِ . وفي كلٍّ من هذه الأنواعِ تعتمدُ الأنغامُ الصَّادرةُ على الجسمِ المُهْتَزّ .



النَّفْخ

يعتمدُ مبدأُ عملِ الآلاتِ الموسيقيَّةِ الهوائيَّةِ على اهتزازِ أعمدةِ الهواءِ فيها . ويمكنُ تغييرُ درجةِ الصَّوتِ الصَّادرِ عنها بتغييرِ ارتفاعِ عمودِ الهواءِ .

جرِّب أن تَنْفُخَ عَبْرَ فُوَّهاتِ زُجاجاتٍ تحتوي على ماءٍ بارتفاعاتٍ مختلفةٍ . ماذا تلاحِظ ؟



العَزْفُ على الأوتار

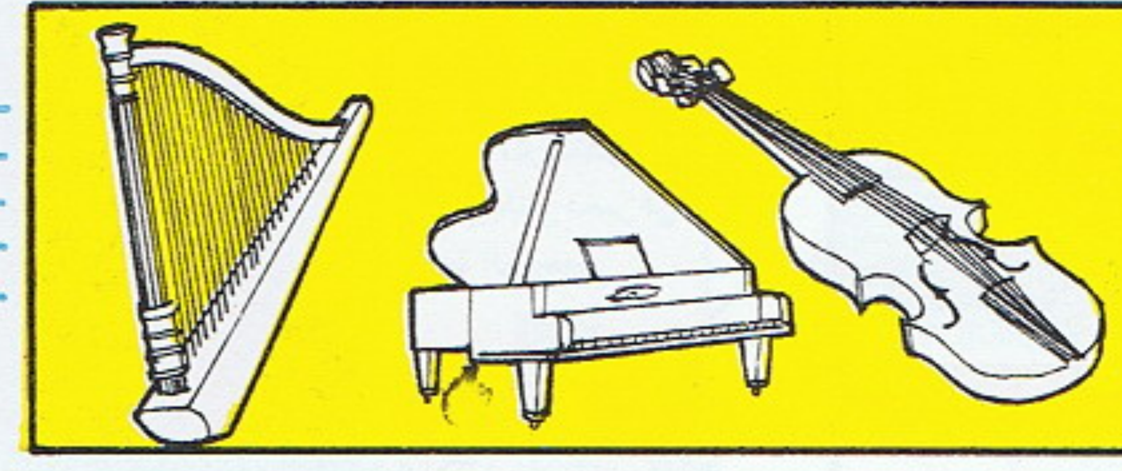
عندما تعزفُ على أوتارِ قيثارةٍ فإنّها تَهْتَزُّ ، كما يهتزُّ الهواءُ المحيطُ بها أيضاً . وإذا ما وَضَعْتَ أصابِعَكَ على الْوَتَرِ فإنّك بذلك تعملُ على تقصيرِ طولِ الجزءِ المهتزِّ من الوترِ ، وهذا من شأنِهِ أن يرفَعَ دَرَجَةَ الصَّوتِ الصّادرِ عَنْهُ . كما أنَّ زيادةَ قُوَّةِ شَدِّ الْوَتَرِ أو اسْتِخْدامَ أوتارٍ أخَفَّ تزيدُ من دَرَجَةِ الصَّوتِ كذلِكَ .

جرِّب أن تَمُطَّ شريطاً مرناً (مطّاطة) حول كتابٍ وقلمي رصاصٍ ، كما في الصورةِ . غَيِّرْ من طولِ الجزءِ المهتزِّ من الشّريطِ المرنِ بتحريكِ إصْبَعِكَ على طولِهِ . هَلْ تتغيرُ حِدَّةُ الصَّوتِ الصّادرِ عَنْهُ ؟



قَرْعُ الطّبولِ (نقر الدّفوف)

ثَبِّتْ بإحكامٍ غشاءً بلاستيكيّاً مرناً على فُوَّهَةِ زبديَّةٍ ، بحيثُ يكونُ الغشاءُ مشدوداً . ضَعْ بَعْضَ حبّاتِ الرُّزِّ أوْ بَعْضَ السُّكَّرِ على الغشاءِ . والآن انْقُرْ على الغشاءِ نقراً خفيفاً فتلاحظ كَيْفَ تتحرَّكُ حبّاتُ الرّزّ أو السُّكَّر . إن الطّبولَ تُصْدِرُ أصواتاً لأنّ أَغْشِيَتَهَا تهتزُّ مُرْسِلَةً أمواجاً صوتيَّةً في الهواء .



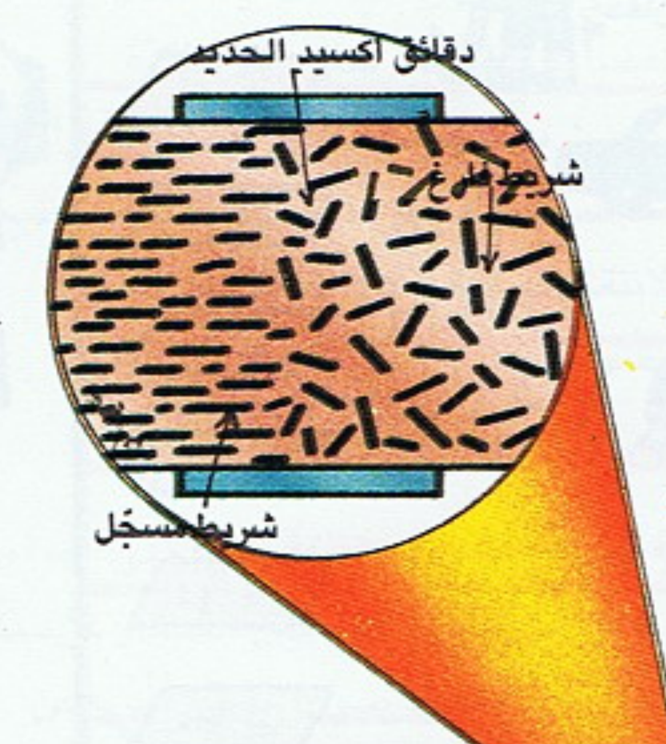
أُحْجِيَةٌ موسيقِيَّة

هَلْ تستطيعُ أنْ تُبَيِّنَ كَيْفَ تُصْدِرُ هٰذِهِ الآلاتُ الموسيقيَّةُ أصواتَها ؟ هل يتمُّ ذٰلِكَ بالنفخِ أم بالعزفِ أم بالقَرْعِ ؟

انظر ص ٤٧ من هذا الكتاب لمعرفة الجواب

كَيْفَ تُسَجَّلُ الموسيقى

يُسَجَّلُ الصَّوتُ على أشرطةٍ خاصّةٍ على هيئةِ رُموزٍ (شيفرة) مؤلَّفَةٍ من ترتيبٍ معيَّنٍ لدقائقِ أكسيدِ الحديدِ . ولكي يتمَّ ذلك تُلْعَبُ الموسيقى بجانبِ ميكروفونٍ مُتَّصلٍ بجهازِ التّسجيلِ ، حيثُ يقومُ الميكروفونُ بتحويلِ الصَّوتِ إلى نبضاتٍ كهربائيَّةٍ تعملُ على ترتيبِ دقائقِ أكسيدِ الحديدِ الموجودةِ على شريطِ التّسجيلِ ترتيباً معيَّناً يُعَبِّرُ عن الصّوتِ الموسيقيِّ المراد تَسْجيلُه .



وفي حالَةِ التّسجيلِ على الأسطواناتِ ، يُحَوَّلُ الصّوتُ المسجّل على شريطِ التسجيلِ الرّئيسيِّ إلى نبضاتٍ كهربائيَّةٍ يتمّ تغذيتُها إلى الرّاسِ الحافرِ الذي يحتوي على ماسةٍ ذاتِ راسٍ حادٍّ ، فيهتزُّ الرّأسُ الحافرُ اهتزازاتٍ متناسبةً مع النّبضاتِ الكهربائيَّةِ المعبّرةِ عن الصّوتِ ، ممّا يؤدّي إلى حفرِ أخاديدَ على الأسطوانةِ المكوَّنَةِ من مادّةٍ بلاستيكيّةٍ ليِّنة . ويتناسبُ عُمْقُ هذه الأخاديدِ مع شدّةِ الصّوت ، فتكونُ عميقةً للأصواتِ المرتفعةِ ، كما تزيدُ الأنغامُ العاليةُ من دَرَجَةِ تَمَوُّجِها . وتكونُ هذه الأسطوانةُ البلاستيكيَّةُ بِمَثابَةِ قالبٍ تُنْسَخُ عَنْهُ الأسطواناتُ التي تباعُ في السّوق .

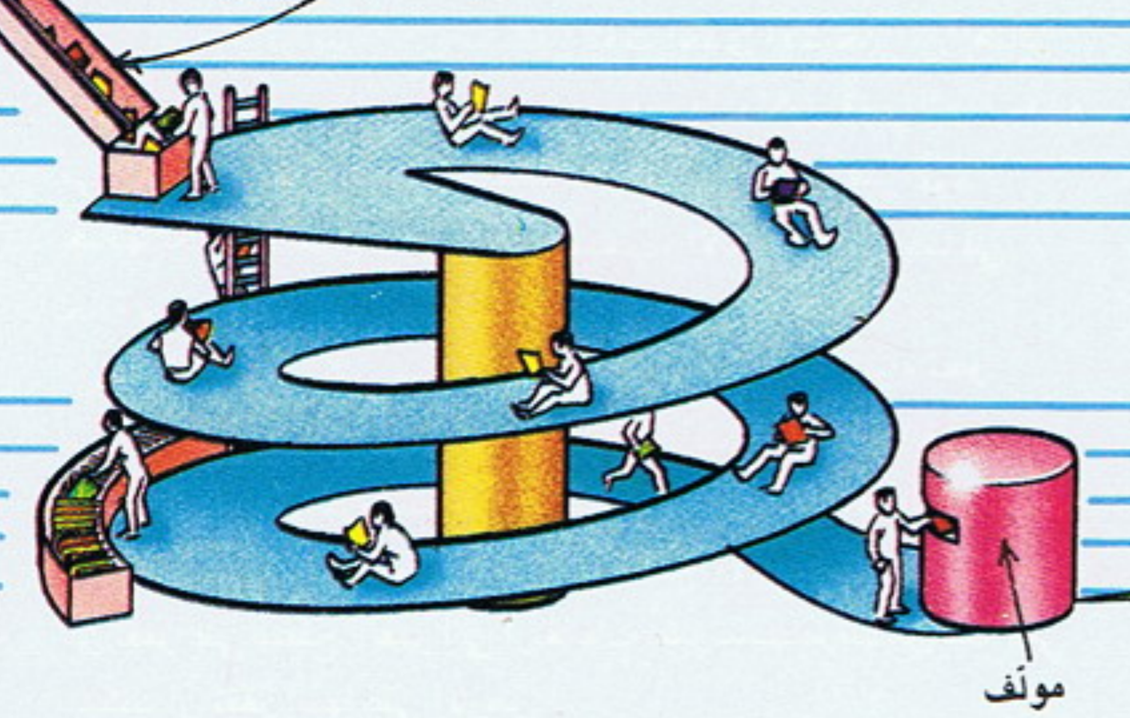


الموسيقى الكهربائيّة

عندما تَنْقُرُ أَوْتارَ قيثارةٍ كهربائيّةٍ فإنَّ اهتزازاتِها تتحوَّلُ إلى طاقة كهربائيّةٍ تُرْسَلُ إلى مُكَبِّرٍ للصَّوْتِ ، حيثُ تُكَبَّرُ الإشاراتُ الكهربائيّةُ ومِنْ ثَمَّ تُرْسَلُ إلى سمّاعةٍ تُحَوِّلُها إلى صَوْتٍ .

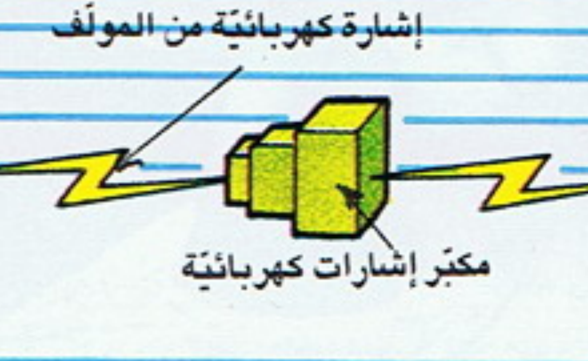
المُولِّفُ الموسيقي Synthesizer

يُصْدِرُ المولِّفُ الأصواتَ الموسيقيّةَ باستخدامِ إشاراتٍ كهربائيّةٍ بَدَلاً من الاهتزازاتِ ، ويكونُ المولِّفُ عادةً موصولاً مع لَوْحَةِ مفاتيح . وكلُّ ضَغْطَةٍ على مفتاحٍ تُرْسِلُ إشارةً كهربائيّةً مُعَيَّنةً إلى المولِّفِ الذي يَعْمَلُ على تركيب إشارةٍ كهربائيّةٍ خاصّةٍ بالصَّوتِ المطلوبِ . وبعد ذلك تُرْسَلُ الإشارةُ إلى مُكَبِّرِ إشاراتٍ كهربائيّةٍ ثمّ إلى سمّاعةٍ تُحوِّلُها إلى صوتٍ مسموعٍ .



موسيقى الكمبيوتر

يحتوي العديدُ من أجهزةِ الكمبيوتر على مُولِّفٍ صغيرٍ جدّاً داخِلَ لوحةِ المفاتيحِ يَجْعَلُها قادرةً على عزف ألحانٍ بسيطةٍ وإصدارِ أصواتٍ . وما عليك إلاّ أن تُدْخِلَ إلى الكمبيوتر أمراً مثل « صوت » أو « قرقعة » مَتْبوعاً باللحن الذي تريدُ سماعَهُ وبمدّةِ استمرارِه .



الأسْطواناتُ المُكْتَنِزَة

يُعَدُّ تسجيلُ الصَّوتِ على أسطواناتٍ مُكْتَنِزَةٍ من الطّرقِ الحديثةِ جدّاً في التّسجيلِ . ويبلغُ قطرُ مثلِ هذه الاسطوانةِ ١٢٠ ملم فقط (يبلغ قطرُ الأسطوانةِ العاديّةِ ٣٠٠ ملم) . وبدلاً من الأخاديدِ التي تُحْفَرُ على الأسطوانةِ العاديّةِ يُغَطى سَطْحُ الأسطوانةِ المكتنزةِ بملايينَ مِنَ الْحُفَرِ المجهريّةِ تَفْصِلُ بينها مساحاتٌ مستويةٌ . وَيُسْتَخْدَمُ شعاعٌ من الليزر (بدلاً من الإبرةِ في الأجهزةِ العاديّةِ) يقومُ بِمَسْحِ الأسطوانةِ «قارئاً» نَمَطَ الْحُفَرِ والاستواءاتِ في الْقُرْصِ مُحَوِّلاً إيّاها إلى إشاراتٍ كهربائيّةٍ ثُمَّ إلى اهْتزازات .



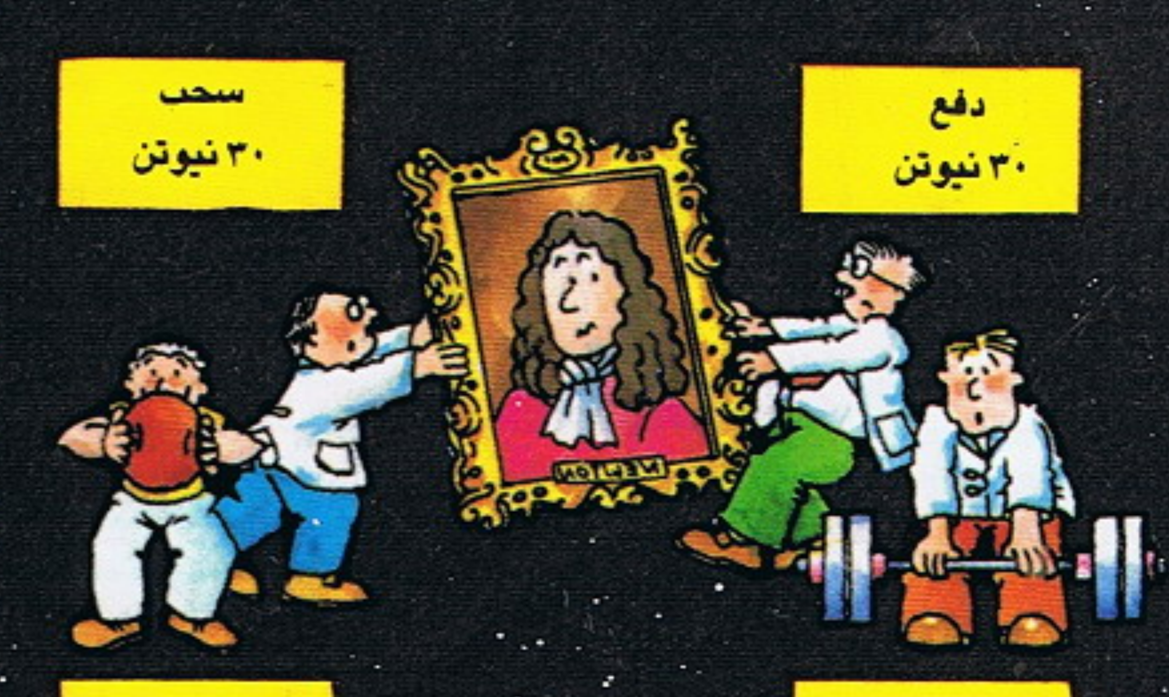
الميكانيكا

لَيْسَتِ الميكانيكا مقتصرةً على مَرائب التّصليح ، بل تَتَناولُ جميع ما يَحْدُثُ للأجسام : كم يَبْلُغُ وَزْنُها ، ما القوى التي تؤثِرُ عليها سحباً ودفْعاً ، كيف تتحرّكُ ، وكلُّ ما بمقدورِها أن تَفْعَلَهُ . وفي الصّفحاتِ التّاليةِ نتناولُ ذلك كُلَّهُ بالتفصيلِ .

القوى

إنّنا في حياتِنا اليوميّةِ كثيراً ما نمارسُ السّحْبَ والدَّفْعَ والرَّفْعَ . ويُطلق على السّحب أو الدّفعِ اسم « قوّة » . ويُمكن للقوّةِ أن تُحرِّكَ جسماً ساكناً أو توقِفَ حَرَكَةَ جسمٍ متحرّكٍ أو تُغيِّرَ الاتجاهَ الذي يتحركُ فيه ، كما يمكن لها أنْ تَضْغطَهُ وتغيِّرَ شَكْلَهُ .

وَوَحْدَةُ قياسِ القوّةِ هي النّيوتن نسبة إلى عالم شهيرٍ يُدْعى اسحق نيوتن عاش في الفترةِ الواقعةِ بين عامي ١٦٤٢ و ١٧٢٧ . والقوّةُ التي تَبْلُغُ نيوتناً واحداً هي قوّةٌ صغيرةٌ جداً . ويبيِّنُ الرّسمُ أشخاصاً يؤثّرون على أجسامٍ بقوى مختلفةٍ ، كما يعطي فكرةً تقريبيّةً عن مقاديرِ هذه القوى .





الجاذِبيّةُ

لقد اقترنَ اسم نيوتن بدراسةِ قوّةِ الجاذبيّةِ ، وهي تلك القوّةُ التي تَسْحَبُ الأجسامَ . فقد بدأ نيوتن يتساءلُ عن هذهِ القوّةِ عندما سَقَطَتْ على رَأسِهِ تفّاحَةٌ بينما كان مُسْتَلْقياً تحْتَ إحدى الأشجارِ . إن هناك قوى متبادلةٌ بين الأشياءِ تجذبها نحو بعضِها ، وتكون قوى الجذبِ هذه في الغالب صغيرةً . إلّا انه بالنّسبةِ لِكِبَرِ حجمِ الأرض فإنّ قوّةَ جذبها للأشياء تكون كبيرة . انها «تسحبُ» الأشياءَ نحوها كما في حالة حبّةِ التفاح بقوّةِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ .

إن القمر أصغرُ بكثيرٍ من الأرض وتبلغُ قوّةُ جذبِهِ للأشياءِ نحو سُدُسِ قوّةِ جذبِ الأرضِ لها . ويعني هذا أنّك على سطح القمر تستطيعُ أن تَرْكُلَ كُرَةً لمسافةٍ تبلغُ ستّةَ أضعافِ المسافة التي تقطعها الكُرَةُ إذا ما رَكَلْتَها بالقوّةِ نفسها على سطحِ الأرض . كما أنّ بمقدورِكَ أن تقفزَ على سطحِ القمر إلى ارتفاعاتٍ أكْبَرَ بست مراتٍ من تلك التي يمكنك أنْ تقفزَ إلَيْها على الأرض .

كَمْ يَبْلُغُ وَزْنُكَ ؟

تُقاسُ كُتَلُ الأجسامِ بالكيلوغرام .

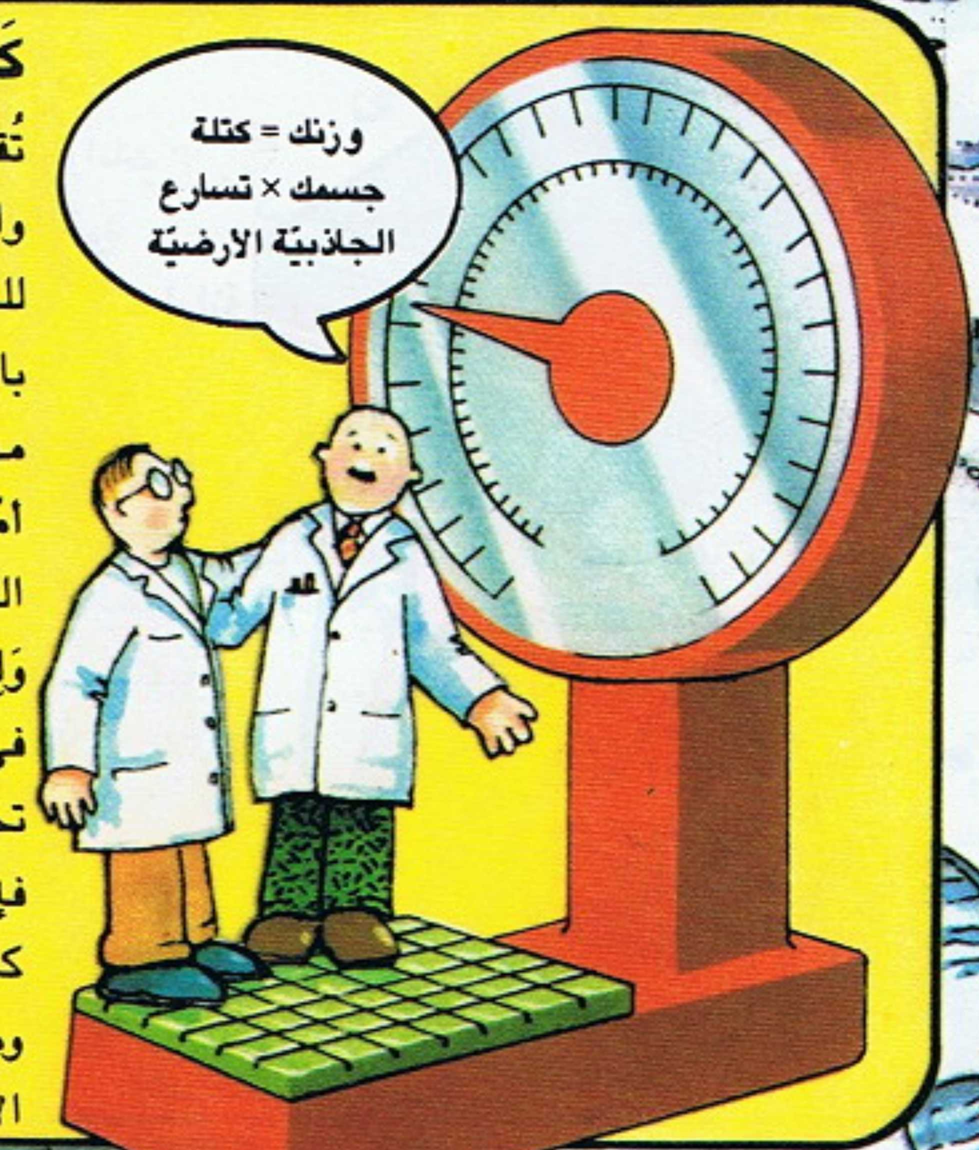
والكتلةُ عبارةٌ عن كميّةِ المادّةِ الّتي يحتويها الجسمُ ، وهي ثابتةٌ للجسمِ الواحدِ بغضّ النّظر عن مكانِ وجودِه . وتُقاسُ كُتْلَةُ جِسْمِكَ بالمقارنةِ مَعَ كُتَلٍ عياريّةٍ ، إذ إنّ هناك مقاييس عياريّةً لأيّةِ عمليّةِ قياس مهما كانَتْ تمكّنُ النّاسَ من معرفةِ مقدار ما يقيسون .

أمّا وَزْنُكَ فَهُوَ مقياسٌ لِقُوّةِ جذب الأرضِ لَكَ . وَوَحْدَةُ قياسِ الوزنِ هي النّيوتن ، لأنّ الوزن عبارة عن قوّة .

وَلِحسابِ وَزْنِكَ إذا ما عرفت كُتْلَةَ جسمِكَ ما عليك إلّا أن تضربَ هذه الكتلةَ في تسارُعِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ (حوالي ١٠ نيوتن لكلّ كيلوغرام) ، حيثُ تحصلُ على وزنِكَ بالنّيوتن . فإذا كانت كتلةُ جسمِكَ ستّين كيلوغراماً ، فإنّ وَزْنَكَ يُساوي ٦٠٠ نيوتن تقريباً .

كم سيكونُ وَزْنُكَ على سطحِ القمر ؟

وما كُتْلَتُكَ هُناكَ ؟ لا تَنْسَ أنّ قُوّةَ جاذبيّةِ القمرِ هي سُدُسُ قُوّةِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ . (الجواب على صفحة ٤٧)



مَرْكزُ الثِّقَل

تؤثر قوّةُ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ على كُلِّ جُزْءٍ من الجسم بقوّةٍ إلى أسْفَلَ تساوي وَزْنَ ذلك الجزءِ . وبالنّسبةِ للأجسام تبدو القوى مركّزةً في ما يعرف بمركزِ الثقل . وإذا ما وقع مركزُ ثقلِ جسمٍ ما خارجَ قاعدة ارتكازه فإنَّهُ سَيَنْقَلِبُ .



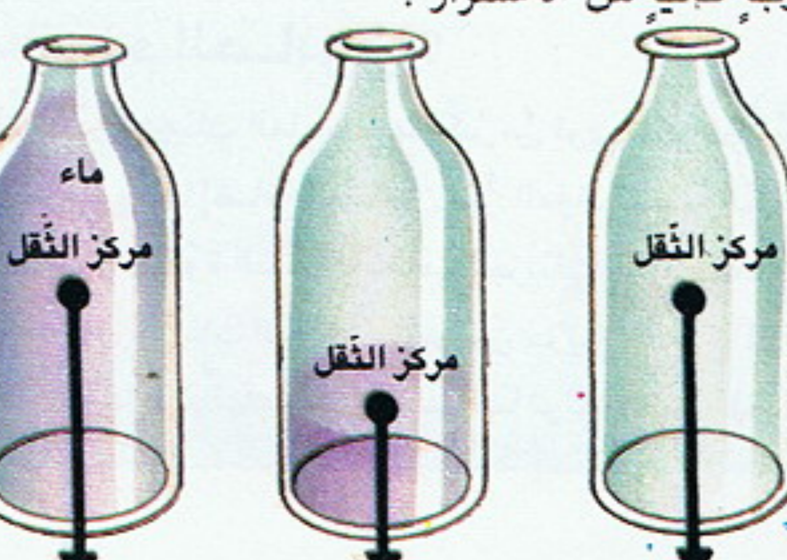
إنّكَ تَمُدُّ ذراعيْكَ أحياناً للمحافظةِ على اتّزانِ جسمِكَ . فَبِمَدِّ الذّراعيْنِ وتحريكِهِما إلى أعلى وإلى أسْفَلَ يمكنك أنْ تُغَيِّرَ موقعَ مركزِ ثِقَلِكَ ليظلَّ واقعاً فوق قاعِدَةِ ارتكازِكَ (قدميك) ، وبهذا تحافظُ على اتّزانِكَ ولا تسقُطُ .

يحملُ لاعبُ السّيرك الّذي يسيرُ على حَبْلٍ مشدودٍ عصا طويلةً . هل تعرفُ لماذا ؟

الاستقرار

من الصعب جعل جسم ما ينقلب اذا كان مستقرا . وتقع مراكز الثقل للأجسام المستقرة على ارتفاعات منخفضة من قواعِدِ ارتكازها . وتُصْنَعُ سيّاراتُ السّباقِ قليلةَ الارتفاعِ عَنْ سطحِ الأرضِ لتكون مراكزُ ثِقَلِها على ارتفاعاتٍ منخفضة عن الأرضِ فلا تنقلبُ عند الانعطاف بسرعة .
هل بإمكانِكَ أن تذكر أمثلةً أخرى لأجسام مستقرة ؟

إنَّ زجاجةً بلاستيكيّةً فارغةً لا تكونُ على درجةٍ عاليةٍ من الاستقرار. فبإمكانِكَ أنْ تَقْلِبَها بسهولةٍ نظراً لوقوعِ مركزِ ثقلها على ارتفاعٍ عالٍ نسبيّاً . وإذا ما صَبَبْتَ فيها بَعْضَ الماءِ ، فإنّ الثِّقَلَ في قاعِ الزّجاجةِ يعمل على تقليلِ ارتفاعِ مركزِ الثِّقلِ فتصبحُ الزّجاجةُ أكْثَرَ استقرارا .
وعندما تقومُ بِمَلْءِ الزّجاجةِ كُلِّها بالماءِ ، فإنّك بذلك تعملُ على زيادةِ ارتفاعِ مركزِ الثِّقَلِ لتعودَ الزّجاجةُ الى حالةٍ لا تكونُ فيها على درجةٍ عاليةٍ من الاستقرار .



ما هو الضَّغْط ؟

الضّغطُ هو مقدارُ القوّةِ المؤثّرةِ على مساحةٍ معيّنةٍ . فالضّغطُ الجوّيُّ مثلًا يُقاسُ باستخراجِ وَزْنِ الهواءِ (بالنّيوتن) الذي يضغطُ على مترٍ مربّعٍ من الأرض ، وَيُعْطى بالنّيوتن لكلّ مترٍ مربّعٍ . ويكونُ الضّغطُ الجوّيُّ على مستوى سطح البحرِ مساوياً ١٠٠ ألف نيوتن/م٢ .
تملكُ الموادُّ الصّلبةُ والسّائلةُ والغازاتُ كُلُّها قُوَّةَ ضَغْطٍ . إنَّ قُوَّةَ جَذْبِ الأرضِ لِجِسْمِكَ تَجْعَلُكَ تَضْغَطُ بقوّةٍ على مساحةٍ من سطحِ الأرضِ تساوي مساحةَ حذائك الملامِسَةَ لها .
وعندما يقيسُ الطّبيبُ ضَغْطَ دمِكَ ، فإنّه يقيسُ مقدارَ القوّةِ الّتي تدفعُ بالدمِ إلى جُدْرانِ شرايينِ جسمِكَ وأوردَتِه .
جرِّب أن تضْغَطَ بإبهامِ إحدى يَدَيْكَ على قطعةٍ من الخَشَب . إنّ هذا الضّغطَ لَنْ يُحْدِثَ أيّةَ علامةٍ في قطعةِ



الخشب . اضْغَطْ على قطعةِ الخشبِ بالقوّةِ نفسها باستخدام دبُّوس طبعة ذي رأس مُدَبَّبٍ. سيكون بإمكانِكَ في هذه الحالةِ ادخال الدبوس عميقاً في قطعةِ الخشبِ. إنّ الضّغطَ في الحالةِ الثّانيةِ يتركّزُ على مساحةٍ صغيرةٍ جدّاً هي مساحةُ نقطة رأس الدبوس .

قِشْرُ حَبَّةِ مَوْز



ضَعْ قليلاً من الكحول (السّبيرتو) في زجاجةٍ وأشْعِلْهُ باستخدامِ عُودِ ثقابٍ .
قَشِّرْ حَبَّةَ مَوْزٍ عند إحدى نهايَتَيْها واجعلِ النّهايةَ المقشّرةَ في فُوّهَةِ الزّجاجةِ . ماذا يحدث ؟
إنّ الهواءَ المسخّنَ يَتَمَدَّدُ في بادىءِ الأمر دافعاً الهواءَ إلى خارجِ الزّجاجةِ وعندما ينطفىءُ اللهَبُ يَبْرُدُ الهواءُ داخِلَ الزّجاجةِ فيتقلّصُ ويقلُّ ضَغْطُهُ . عِنْدَئِذٍ تَعْمَلُ قوّةُ الضّغطِ الجوّيِّ خارجَ الزّجاجةِ، وهو أعلى من ضغطِ الهواءِ داخِلَها، على دَفْعِ حَبَّةِ الموزِ إلى داخِلِ الزّجاجةِ، مزيلةً القشرة عنها في نفس الوقت

السّوائِلُ لها ضَغْطُ أَيْضا



يأخُذُ الماءُ وسائرُ السوائلِ الأخرى شَكْلَ الوعاءِ الذي توضَعُ فيهِ . وتَضْغَطُ السّوائِلُ على الوعاءِ من الدّاخِلِ إلى الخارِجِ وكأنّها تحاولُ الخروجَ مِنْهُ .

تَجْرِبَةُ ضَغْط

أَحْدِثْ ثلاثَةَ ثقوبٍ على مسافاتٍ متساويةٍ في جانِبِ علبةٍ طويلةٍ ، ثمّ غطِّ الثقوبَ بشريطٍ لاصقٍ واملأ العُلْبَةَ بالماءِ . ضَعِ العلبةَ على حافّةِ مغسلةٍ ثمّ انزعِ الشّريطَ اللاصِقَ . ستلاحظُ أنَّ الماءَ يندفِعُ من الثّقبِ السّفليِّ إلى مسافةٍ أَبْعَدَ من تلك الّتي يندفِعُ إليها من الثّقبَيْنِ الآخَرَيْنِ . ويعودُ السّبَبُ في ذلِكَ إلى أنَّ ضَغْطَ الماءِ عند هذا الثّقبِ يكونُ أكْبَرَ . وينتجُ هذا الضّغْطُ عَنْ ثقلِ الماءِ الواقعِ فَوْقَ الثّقبِ ، أي إنّهُ كلّما زاد عمقُ الماءِ في العلبةِ كان الضّغطُ أكْبَرَ . (أجرِ التّجربةَ باستخدامِ علبةٍ أكْثَرَ طولاً)

التَّوتُّرُ السَّطْحِي

هناكَ قوى جذبٍ متبادلة بينَ الجزيئاتِ في السّوائلِ . وتكونُ هذه القوى على الجزيءِ الواحِدِ في جميعِ الاتجاهاتِ . أمّا جزيئاتُ السّطحِ فنظراً لِعَدَمِ وجودِ جزيئاتٍ أخرى فوْقَها فإنّ قوى الجذبِ على الجزيْءِ الواحِدِ تكونُ باتجاهِ جوانِبِ الجُزَيْءِ (في مستوى سطحِ السّائلِ) وإلى أسْفَلَ . وهذا من شأنِهِ أن يجعلَ سطحَ السائلِ بمثابةِ غشاءٍ خفيفِ الوزنِ ويطلق على هذه الظاهرةِ اسْمُ « التّوتّرِ السّطحيّ » . وتكونُ قوّةُ هذا الغشاء كبيرةً لدرجةِ أنّهُ يُمْكِنُ لبعضِ الحشراتِ مثل حَشَرَةِ بقّ الماءِ أن تَزْحَفَ على سطحِ الماءِ دون أن تغوصَ أرْجُلُها في الماءِ .

تجربَةٌ عنِ التّوتُّرِ السّطحيّ



رَتِّبْ بعضَ عيدانِ الثّقابِ على سطحِ ماءٍ في وعاءٍ كما في الصّورةِ ، ثمّ اجعَلْ حافّةَ قطعةٍ من الورقِ النّشّافِ تلامِسُ سَطْحَ الماءِ . سَتَجِدُ أنّ عيدانَ الثّقابِ تتحركُ نحو المركزِ . إنّ حافّةَ الورقةِ تعمل على امتصاصِ بعضِ الماءِ ، فيتحرّكُ سطحُ الماءِ بما في ذلك عيدانُ الثّقابِ نحو المركزِ .

جَرِّبْ أن تلمسَ سطحَ الماءِ بقطعةٍ من الصّابونِ . في هذه الحالةِ ستتحرّكُ عيدانُ الثقابِ بعيداً عن المركزِ .

ماذا يَحْدُثُ ؟

إنّ بعضَ جزيئاتِ الصّابونِ تذوبُ في الماءِ عند المركزِ ، وبذلك تَمْتَزِجُ جزيئاتُ الماءِ وجزيئاتُ الصّابونِ . ونتيجةً لذلك تقلُّ قُوّةُ ترابُطِ جزيئاتِ الماءِ في هذا الجُزْءِ من سطحِ السّائِلِ ، ممّا يعني أنّ التّوتّر السّطحيَّ سَيَقِلُّ . وبما أنّ قوى الجذبِ في اتّجاه جزيئاتِ الماءِ التي لم تَصِلْها جزيئاتُ الصّابونِ تكونُ أكْبَرَ ، تتّجهُ جزيئاتُ الماءِ في الوسَطِ إلى الجوانبِ باتجاهِ هذه القوى .

لماذا نستخدمُ الصّابونَ ؟

إنّ قوى التّجاذُبِ بَيْنَ جزيئاتِ الماءِ نفسِها أكْبَرُ منْ قوى التجاذبِ بَيْنَها وبينَ جُزَيْئاتِ موادَّ أُخْرى. وعند إضافةِ الصّابونِ فإنَّ الموادَّ المبلِّلَةَ الخاصَّةَ الّتي يحتوي عليها تتغلّبُ على قوّةِ التّوتّرِ السّطحيِّ لجزيئاتِ الماءِ، بمعنى أنها تقلّلُ من قوى التجاذبِ بين جزيئاتِ الماءِ، فَتَنْتَشِرُ بَيْنَ جزيئاتِ الموادِّ الأخرى التي يُسْتَعْمَلُ الماءُ لتَنْظيفِها، فَتُبَلِّلُها بشَكْلٍ أفضلَ ممّا لو لم يُوضَعِ الصّابونُ في الماءِ.



الفَقاقيع

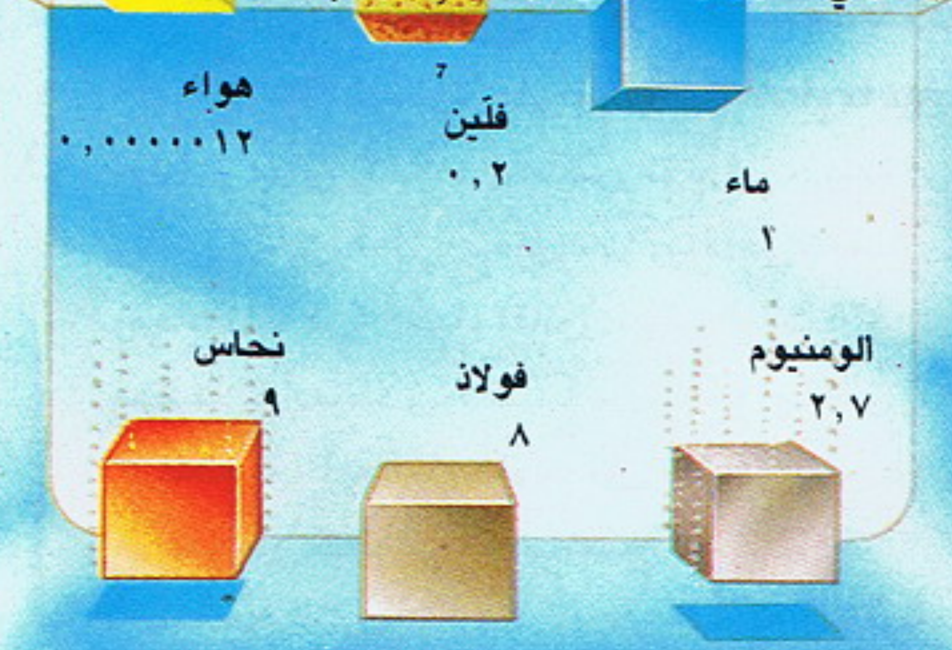
الفَقاقيع عبارةٌ عن أغشيةٍ كرويّةٍ مرنةٍ من الصّابونِ أو أحدِ مساحيقِ الغسيلِ مَعَ الماءِ . ويكونُ الهواءُ داخِلَ هذهِ الفَقاقيع مضغوطاً بَعْضَ الشّيءِ ، ويضغط مِنَ المركزِ باتّجاهِ الجوانبِ في جميعِ الاتّجاهاتِ . ويكونُ للسّائلِ سطحانِ يضغطانِ إلى الدّاخِلِ نحو المركزِ في جميعِ الاتجاهاتِ .



لماذا تطفو الأشياء ؟

إنّ النّسبةَ بينَ كتلةِ جسمٍ ما وبَيْنَ حَجْمِهِ هي الّتي تُحَدِّدُ فيما إذا كان هذا الجسمُ يَطفو على سطحِ سائلٍ أوْ لا . وَتُعْرَفُ النّسبةُ بين الكتلةِ وبين الحجمِ باسم « الكثافةِ » ، وهي للماءِ تساوي غراماً واحداً لِكُلِّ سنتمترٍ مكعَّبٍ . وهناك مصطلحٌ آخرُ يُعْرَفُ باسم « الوزنِ النّوعيّ » ، وهو النّسبةُ بين كثافةِ المادّةِ ذاتِ العلاقةِ وكثافةِ الماءِ .

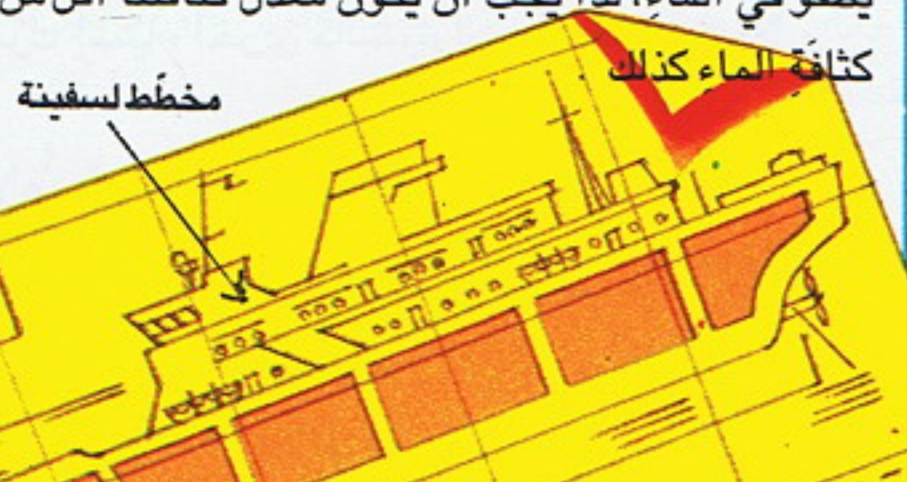
وعليْهِ فإنّ الوزنَ النّوعيَّ للماءِ يساوي ١ . فإذا كان الوزنُ النّوعيُّ لجسمٍ ما أقلَّ من ١ فإنّهُ يطفو في الماءِ . وفيما يلي الأوزانُ النّوعيّةُ لبعضِ الموادّ :



كيف تطفو سفينةٌ فولاذيّة

إنّ الوزنَ النّوعيَّ للفولاذِ يفوقُ الوزنَ النّوعيَّ للماءِ بكثيرٍ . وبالرّغمِ من ذلك فإنّ السُّفُنَ المصنوعةَ مِنَ الفولاذِ يُمْكِنُ أن تطفوَ في الماءِ .

انْظر إلى مخطّطِ السّفينةِ الّذي يوضِّحُهُ الرّسمُ . يتّضح لك أنّ السّفينة ليست قطعةً مُصْمَتَةً مِنَ الفولاذِ، بَلْ هُناكَ العديدُ من الفراغاتِ المليئةِ بالهواءِ . وبالتّالي فإنّ معدّلَ كثافةِ السّفينةِ أقلُّ من كثافةِ الماءِ. ويستطيعُ الانسانُ أن يَطْفُوَ في الماءِ، لذا يجبُ أن يكونَ معدّلُ كثافتنا أقلَّ من كثافةِ الماءِ كذلك .



الإزاحَة

عندما يطفو جسمٌ ما في الماءِ فإنّ وزنَ الماءِ المزاحِ يكون مساوياً لوزنِ ذلك الجسمِ . ويطفو جسمُ الإنسانِ بصورةٍ أفضلَ عندما يكونُ في حالةِ شهيقٍ ، لأنّ الهواءَ الّذي يدخل إلى الرّئتيْنِ يُقَلِّلُ من معدّلِ كثافةِ الجسمِ . هل تَعْرِفُ لماذا تَحْمِلُ الغوّاصاتُ الماءَ في خزّاناتٍ خاصّةٍ عندما تغوصُ في أعماقِ اليمِّ ؟


وزنُ السّفينةِ يساوي وزنَ الماءِ المزاحِ اي الذي حلَّ محلّه الجزءُ المغمورُ من السّفينةِ .

الحَرَكَةُ والسُّكون

لقد وضعَ العالِمُ اسحق نيوتن قبل نحو ٣٠٠ عام مجموعةً من القوانينِ التي تفسّرُ كيفيّةَ تَحَرُّكِ الأشياءِ . وتنطبقُ هذه القوانينُ على كافةِ الأشياءِ حتّى على مُعْظَمِ الآلاتِ الحديثة .

وبإمكانكَ أن ترى فيما يلي أنّ حركةَ شخصٍ يَشُدُّ إلى حذائِهِ زوجاً من الزّلاّجات تحكمُها قوانينُ نيوتن . فَكِّرْ كَيفَ تتحرّكُ أشياء أخرى كالسّياراتِ والقطاراتِ مثلاً .

الانطلاقُ أو بدء الحركَة

١ ـ لجعل جسم ما يبدأ بالتّحرُّك أو يزيدُ من سُرْعَةِ حركتِهِ أو يتوقّفُ عن الحركَةِ ، نحتاجُ إلى قُوّةٍ .

فمثلاً يحتاجُ هذا الشّخصُ إلى دَفْعَةٍ من صديقِهِ (قوّةٍ) لِيَبْدَأَ التّزلّجَ على الجليد .



٢ ـ إذا ما تحرّكَ الشّخصُ ، فإنّه سيستمرُّ في حَرَكتِهِ بالسّرعةِ نفسِها في خطٍّ مستقيمٍ ما لم تؤثّرْ عليه قوّةٌ أخرى . وهذا هو نصُّ قانون نيوتن الأوّل . والاحتكاكُ هنا ذو أهمّيّةٍ بالِغَةٍ ، وهو عبارةٌ عن قوّةٍ تَحْدُثُ عندما يحتكُّ جسمان معاً كالصّينيّةِ المعدنيّةِ التي يجلسُ عليها المتزلّجُ والثّلج مثلاً .

ويكونُ اتّجاهُ قوّةِ الاحتكاكِ معاكساً لاتّجاهِ الحركةِ ممّا يقلّلُ من سرعةِ الجسمِ المتحرّكِ .

تلزمُ قوّةٌ لإيقافِ الأجسامِ المتحرّكة (وغالباً ما تكون هذه القوّةُ هي قوّةُ الاحتكاك)



٣ ـ تَزْدادُ سرعةُ الشّخصِ (يتسارعُ) شيئاً فشيئاً حتّى يَبْلُغَ سرعةً معيّنةً ، ثمّ يحتاجُ بَعْضَ الوقتِ ليتباطأَ ثانيةً . والزّمنُ اللازمُ لتغيّرِ السّرعةِ (للتّسارعِ أو التّباطؤ) يعتمدُ هنا على كُتْلَةِ الشّخصِ ، فإذا كانت كتلتُهُ أكْبَرَ فإنّهُ يحتاجُ إلى وقتٍ أطولَ لذلـك .

وتسمّى المقاومةُ التي تُبْديها الأجسامُ لتغيُّرِ حَرَكَتِها القُصورَ Inertia ويزدادُ القصورُ بازديادِ كتلة الجسم.

أسْرَعُ وأسْرَع



لقد وَجَدَ نيوتن أنَّ الأجسامَ تتسارعُ بمقدارٍ أكْبَرَ عندما تكونُ القوّةُ المؤثّرةُ عليها أكْبَرَ . فهذا الشخصُ يتسارعُ على الجليد بمقدارٍ أكبر إذا ما دَفَعَهُ صديقُهُ بقوّةٍ أكْبَرَ . وإذا كانتْ كُتْلَةُ الشّخصِ أقَلَّ فإنَّ القوّةَ نَفْسَها تعملُ على إكسابِهِ تسارُعاً أكْبَرَ . وهذا ما ينصُّ عليهِ قانونُ نيوتن الثّاني عن الحركَةِ .

إلى الأمامِ والخلف ، إلى أعلى وأسْفَل

ما دامت هناكَ قوّةٌ تؤثّرُ على جسمٍ في اتّجاهٍ ما فإنّ هناك قوّةً أخرى في الاتجاهِ المعاكِسِ تؤثر في جسم آخر، بمعنى أنّ لكلِّ فعلٍ ردَّ فعلٍ مساوياً له في المقدارِ ومعاكساً له في الاتجاه (قانون نيوتن الثّالث)(*) .

فعندما تقومُ بإطلاقِ رصاصةٍ من بندقيّةٍ، وتنطلقُ الرّصاصةُ خارجَةً من الفُوَّهَةِ فإنّ البندقيّةَ تَضْغَطُ إلى الْخَلْفِ على كَتِفِكَ في الوقتِ نفسه .

والشخصُ الذي يَدْفَعُ صديقَهُ على الجليدِ سَيَجِدُ نفسَهُ مُنْدَفِعاً إلى الخلفِ لِيَسْقُطَ على ظَهْرِهِ حالما يَبْدَأُ صديقُهُ المتزلّجُ بالتحرُّكِ إلى الأمامِ .

* (ستجد في ص ٤٦ من هذا الكتاب النّصوص الدّقيقة الكاملةَ لقوانين نيوتن في الحركة) .

قَدْ يكونُ الاحتكاكُ مفيدا

عندما تتزلَّجُ على الجليدِ فإنّ زلاّجَتَيْكَ تتحرّكانِ بسهولةٍ نظراً لِصِغَرِ قوّةِ الاحتكاكِ بَيْنَ الزّلاّجَتَيْنِ والجليدِ ، لأنّ سَطْحَ الجليد أمْلَسُ والزلاّجتينِ حادّتانِ .

أمّا على الطُّرُقِ فان القدمين يجب ان تمسكا جيداً بسطحِ الطريقِ ويُصبح الاحتكاك ضرورياً حتّى تستطيعَ السَّيْرَ ، لذا كانَتِ الطُّرُقُ خَشِنَةً . كما تُصْنَعُ الأحْذِيَةُ والإطاراتُ مُفَرَّزَةً لِتَوْفيرِ قُوّةِ احتكاكٍ أكْبَرَ بَيْنَها وبَيْنَ الطّرقِ .


الفرزات تساعدُ على زيادةِ قوّةِ الإحتكاك

القصورُ في السّوائِل

تمتلك السّوائِلُ هي الأخرى قصوراً . وبإمكانِكَ استخدامُ هٰذِهِ الحقيقةِ للتّفريقِ بَيْنَ بيضَةٍ مسلوقةٍ جيّداً وأخرى غَيْرِ مَسْلوقَةٍ .

جرِّبْ أن تَبْرُمَ كلاًّ مِنْهُما على حِدَةٍ ، ثمّ أوقِفْهما بإصبعك واتركْهُما ثانيةً . ستجدُ أنّ البَيْضَةَ النيِّئَةَ تأخذ في متابَعَةِ الدّورانِ لأنّ طبقاتِ السّائِلِ داخِلَها لا تزالُ تدورُ بتأثيرِ القصورِ .

الزّلاّجات

هنا يمكنكَ أن ترى كيفَ تؤثّر قوانينُ نيوتن على حركةِ الزّلاّجاتِ ذاتِ العجلاتِ .

تُنْتِجُ عضلاتُ المتزلّجِ القوّةَ اللازمةَ لأنْ يندفعَ بعكسِ اتجاهِ مقاومةِ الهواءِ ليتسارعَ أو يَصْعَدَ سطحاً مرتفعاً . فإذا ما تحرّكَ المتزلّجُ ولم تكن هناك قوى تُؤَثِّرُ عليه (كالاحتكاكِ ومقاومةِ الهواءِ مثلاً) ، فإنّهُ سيظلُّ متحرّكاً باستمرارٍ (قانون نيوتن الأوّل) .



كلما ازدادت قوّةُ اندفاعِ المتزلّجِ ، كان تسارعه أكْبَرَ (قانون نيوتن الثّاني)

يحتاجُ الشّخصُ كبيرُ الحجم (الذي كتلته أكبر) إلى وقت أطول لبلوغ سرعةٍ معيّنةٍ

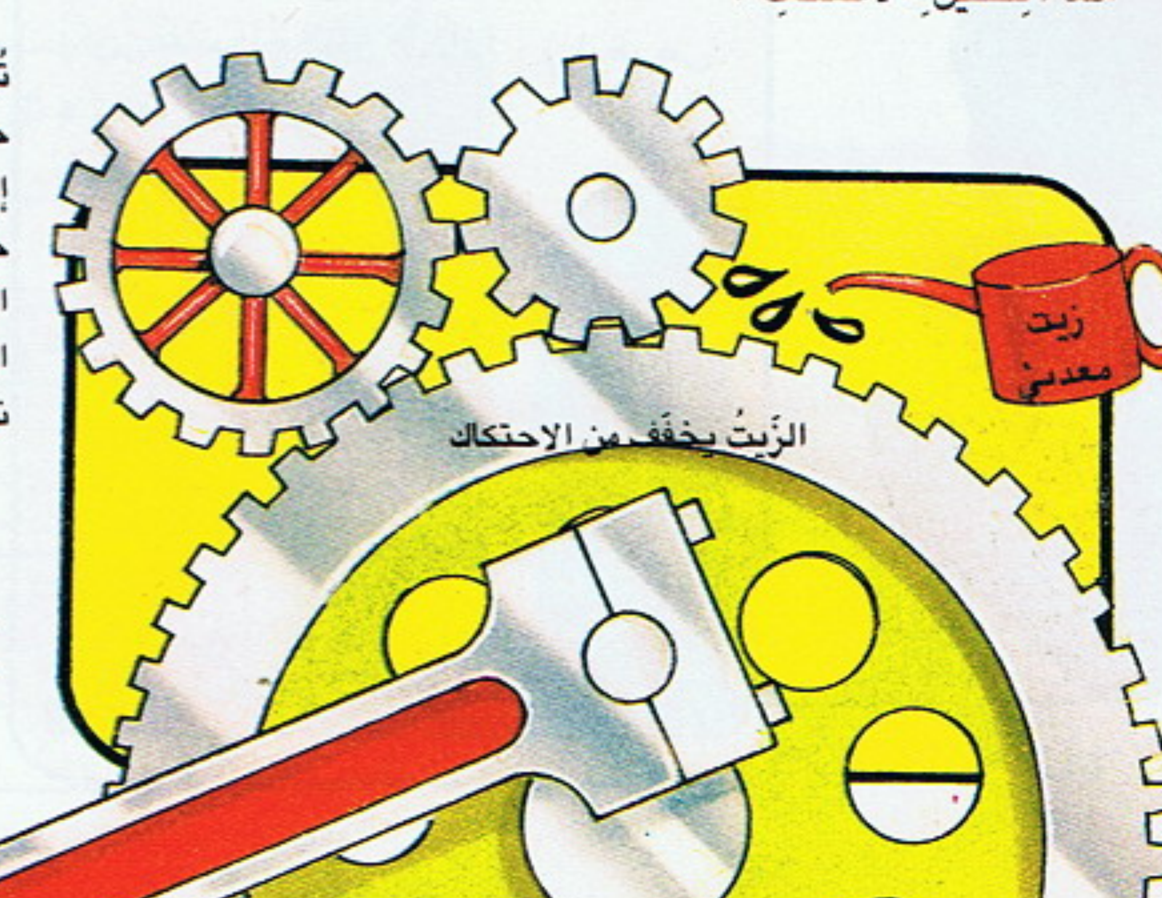
تُقْذَفُ (تتطاير) حبّاتُ الحصى إلى الخلف حالما تتحرّكُ الزّلاّجاتُ إلى الأمام (قانون نيوتن الثّالث)

عمليّةُ تشحيم العجلاتِ تخفّفُ الاحتكاك

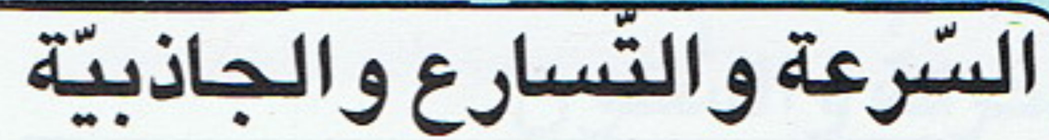
الاحتكاكُ في السوائل

هُناكَ احتكاكٌ بَيْنَ طَبَقاتِ الجزيئاتِ في بعضِ السّوائلِ مثلِ الدّبسِ والعَسَلِ والزَّيْتِ ، لذا فهي دَبِقَةٌ وبطيئَةُ الجريانِ . ويُطْلَقُ على مِثْلِ هذهِ السّوائلِ اسمُ « السّوائل اللزجة »

ويمكنُ استغلالُ بعضِ السّوائلِ اللزجةِ كالزّيتِ المعدنيّ لمنعِ بعضِ أجزاءِ الآلاتِ من الاحتكاكِ بعضها ببعض . ويوضعُ الزّيْتُ بَيْنَ الْقطعِ المتحركة في الآلاتِ لتقليلِ الاحتكاكِ فيما بينها . أتَعْرِفُ لماذا لا نستخدمُ الماءَ لِتَقْليلِ الاحتكاكِ ؟



الزّيتُ يخفّفُ من الاحتكاك



السّرعة والتّسارع والجاذبيّة

تُعرَّفُ السّرعةُ بأنّها المسافةُ التي تقطعُها الأجسامُ في وحدةِ الزّمنِ . أمّا السُّرْجُهَةُ فهي مختلفةٌ بَعْضَ الشّيء ، إذ إنّها عبارةٌ عن السّرعةِ في اتّجاهٍ معيّنٍ .

ويتمُّ قياسُ كلٍّ من السّرعةِ والسُّرْجُهَةِ بالمترلكلّ ثانيةٍ (م/ث) أو الكيلومترفي السّاعةِ (كم/ساعة) . ويعني تغيُّرُ السُّرْجُهَةِ التّسارُعَ أو التّباطُؤَ أوتغييرَ الاتّجاهِ .

أمّا وحْدَةُ قياس كلٍّ من التّسارعِ والتّباطؤ فهي المترُلكل ثانيةٍ مربّعةٍ ، لأنّ التّغيُّرَفي السُّرْجُهَةِ يكونُ بالنّسبةِ للزّمنِ .

تجربة
(أبطأ وأسرع)

تتسارعُ هذه الطّائرةُ (تزداد سرعتُها) لحظةَ إقلاعِها .

تتباطأ الطّائرة (تقلّ سرعتها) عند الهبوط .

الاحتكاكُ يساعدُ الطائرة على التّباطؤِ .

بمقدورِكَ أن ترى أثر الاحتكاكِ بإجراءِ هذه التّجربةِ :
ألْصِقْ شكّالَةَ وَرَقٍ على جانبِ مرطبانٍ واجْعَلْهُ يتدحرجُ على سطحٍ مستوٍ صلْبٍ . ستسمعُ الطقطقةَ النّاشِئَةَ عن اصطدامِ الشّكّالةِ بالسّطحِ في فتراتٍ زمنيّةٍ متباعدةٍ لأنّ الاحتكاكَ بينَ المرطبانِ والسّطحِ يجعلُهُ يتباطأُ ، وهذا يعني أنّ الزّمنَ الذي يحتاجُهُ المرطبانُ حتّى يدورَ دورةً كاملةً سيتزايدُ نتيجةَ الاحتكاكِ الذي يَعْمَلُ على إنقاصِ سُرْعَتِهِ . وهذا ما يُعْرَفُ في الفيزياءِ بمقاومةِ الهواءِ .

مرطبان

شكّالة ورق

الآن اجْعلِ المرطبانَ يتدحرجُ على سطحٍ مائلٍ . في هذهِ الحالةِ ستسمعُ الطّقطقةَ في فتراتٍ زمنيّةٍ متقاربةٍ، إذ يتسارعُ المرطبانُ بفعلِ قوّةِ الجاذبيّةِ التي تَسْحَبُهُ إلى أسْفَلَ .

وقد وَجَدَ الفيزيائيّون أنّ الجاذبيّةَ الأرضيّةَ تَسْحَبُ الأشياءَ إلى الأرضِ بالتّسارعِ نَفْسِهِ . ويُطْلَقُ على هذا التّسارعِ اسمُ تسارعِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ ، ويساوي ٩,٨ متر/ ثانية مربّعة .

أسْرَعُ وأسْرَع

كلّما سَقَطَتِ الأجسامُ من ارتفاعاتٍ أعلى ازدادتْ سرعتُها النّهائيّةُ . اسْقِطْ ثلاثَ كراتٍ من مادّةِ البلاستيسين متساويةِ الحجمِ من ارتفاعاتٍ مختلفةٍ (٠,٥م، ١م، ١,٥م مثلاً) . ستلاحظ أنّ الكراتِ تَنْبَعِجُ عند ارتطامِها بالأرضِ بحيثُ يتغيّرُ شكلُها . في أيّ الكراتِ الثّلاثِ يكونُ الانبعاجُ أكبرَ ؟ لماذا ؟ (انظر ص ٤٧ لتعرف الجواب) .

كرات بلاستيسين

٠,٥م ١م ١,٥م

الأرضُ والقمر

يدورُ القمرُ كغيرِهِ من التّوابعِ الأرضيّةِ (الأقمار الصّناعيّة) حَوْلَ الأرضِ بسرعةٍ ثابتةٍ ومحافظاً على بُعْدٍ ثابتٍ عن الأرضِ .

ولا يحتاجُ القمرُ في حركتِهِ هذه إلى قُوَّةٍ تدفعُهُ نظراً لانعدامِ الاحتكاكِ في الفراغ ، لذا فإنّه سيظلُّ يدورُ بالسّرعةِ نفسِها إلى الأبدِ. وتبقى المسافةُ بَيْنَ القمرِ والأرضِ ثابتةً نظراً لقوّةِ الجذبِ بَيْنَهُما.

الأرض

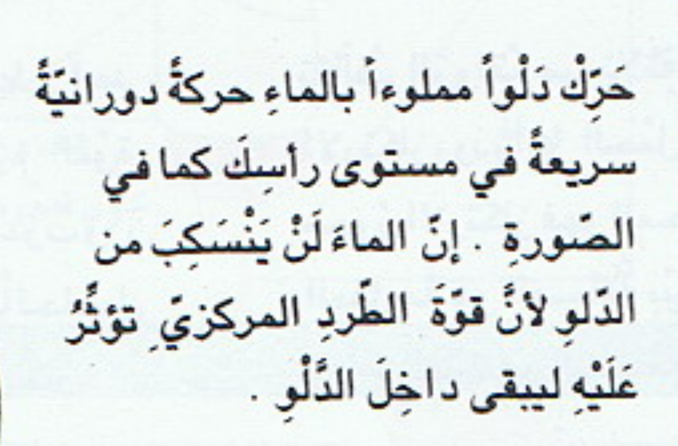
القمر

هذه المسافة لا تتغيّر ابداً

قُوَّةُ الطّردِ المركزيّ

إنّ مُصطَلَحَ قوّةِ الطّردِ المركزيّ باللغةِ الإنجليزيّةِ في الأصل مكوّنٌ من مقطعيْنِ: الأوّل Centre ويعني المركز، والآخر flee ويعني الفرار. ويمكن ملاحظةُ تأثيرِ هذه القوّةِ في بعضِ لُعَبِ الأطفالِ وبخاصّةٍ تلك الموجودةِ في مدينةِ الملاهي، إذْ إنّه عند تَحرُّكِها حركةً دورانيّةً وازديادِ سرعتِها تبتعدُ الأرجوحاتُ عن محورِ الدّوران. وتؤثّرُ على هذه الأراجيح قوّةٌ باتّجاهِ المركز تعملُ على إبْقائها متحرّكةً حركةً دورانيّةً وتحولُ دونَ تحرّكِها في خُطٍّ مستقيمٍ. وفي الوقتِ ذاتِهِ تؤثر كلُّ ارجوحةٍ على الحبلِ بقوّةٍ إلى الخارجِ يُطْلَقُ عليها اسمُ «القوّة الطّاردة عن المركز» وتعملُ على إبعادِ الأراجيح عن محورِ الدّوران.

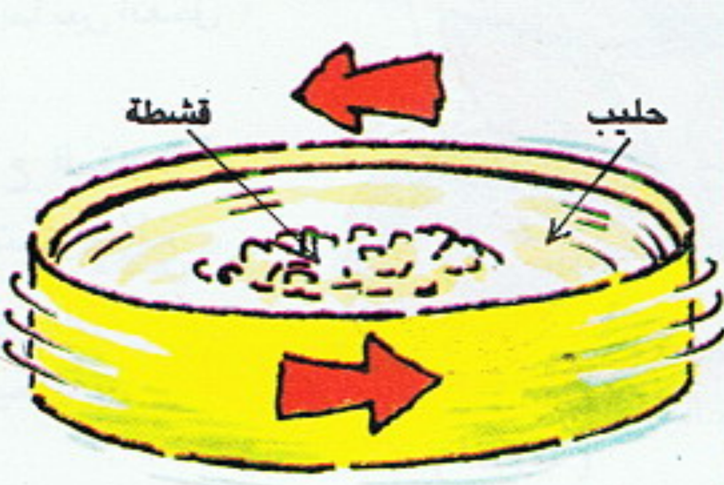




حَرِّكْ دَلْواً مملوءاً بالماءِ حركةً دورانيّةً سريعةً في مستوى رأسِكَ كما في الصّورةِ . إنّ الماءَ لَنْ يَنْسَكِبَ من الدّلوِ لأنّ قوّةَ الطّردِ المركزيّ تؤثّرُ عَلَيْهِ ليبقى داخِلَ الدّلْوِ .

صِناعَةُ القشطة

في المصانعِ تستخدمُ قوّةُ الطردِ المركزيّ لفصلِ السّوائلِ المختلفةِ بعضها عن بعضٍ مثل الحليبِ والقشطة. ونظراً لأنّ كثافة القشطةِ أقلُّ من كثافةِ الحليبِ ، فإنها تحتاجُ إلى قوّةِ طردٍ مركزيّ أقلَّ لتستمرَّ في حركةٍ دورانيّةٍ . وتكونُ قوّةُ الطردِ المركزيّ في المركزِ أقلَّ ممّا يَجْعَلُ القشطَةَ تبقى في المركزِ في حين يُدفعُ الحليبُ إلى الجوانبِ .



هل بإمكانك إيجادُ القوى التي تؤثر على مظلّة الهبوط المبيّنة في الصّورة ؟

السّرعةُ النّهائيّة

بسببِ القوى النّاتجةِ عَنْ مقاومةِ الهواءِ فإنّ الأجسامَ التي تَسْقُطُ من ارتفاعاتٍ شاهقةٍ (كالمظلّيّ مثلاً) تتسارعُ حتى تَبْلُغَ سرعَتُها حدّاً مُعَيّناً يُعْرَفُ بالسّرعةِ النّهائيّةِ ، وبَعْدَها يَسْقُطُ الجسمُ بسرعةٍ ثابتةٍ .

الآلاتُ والشّغلُ والقدرة

إنّك تستخدمُ الآلاتِ دائماً لِتُعينَك على القيامِ بالكثيرِ من الأعمالِ ، مع أن بعضها قد لا تبدو لك على أنّها آلاتٌ مثل كسارة الجوزِ وفتّاحة العلبِ وغيرها . إنّ الآلات تساعدُك على أنْ تقومَ بشغلٍ ما ، وللشّغل في العلومِ معنىً خاصٌ . ويُقالُ إنّ شغلاً يُبْذَلُ على جسمٍ ما عندما يَتَحرَّكُ هذا الجسمُ فقط . فبالرّغْمِ من أنه يبدو لك في بعض الأحيانِ أنّك قُمْتَ بِعَمَلٍ شاقٍ في أداءِ امتحانٍ ما على سبيلِ المثالِ ، فإنّك في الواقعِ تكونُ قَدْ بَذَلْتَ شغلاً قليلاً فقط من وجهةِ نظرٍ علميةٍ . وتُعْطى كميّةُ الشُغْلِ المبذولِ علي جسمٍ ما بحاصلِ ضربِ القوّةِ المؤثّرةِ على ذلك الجسمِ (بالنيوتن) في المسافةِ التي تَحرَّكَها (بالمتر) . أمّا وَحْدَةُ قياسِ الشّغلِ فهي الجولُ .

الرّوافع (العتلات)

تُعَدُّ الرّوافعُ من الآلاتِ البسيطة . وبالنّسبةِ للفيزيائيّ يعتبرُ طرفا النّوّاسَةِ (السيسو) من الرّوافعِ إذ يحاول كل من الشّخصيْنِ في الصّورةِ أن يرفَعَ الآخرَ عالياً . وتعملُ النّوّاسَةُ على أفضلِ صورةٍ عندما يكونُ الشّخصان متقاربيْن في الوزنِ وجالسيْن عند الطّرفيْن . أمّا إذا كان احدُهما أثْقلَ من الآخرِ فإنّه يجبُ ان يَجْلِسَ اقربَ إلى محورِ الارتكازِ لِتَتَحقَّقَ حالةُ التوازنِ .

وازِنْ بَيْن جسميْن احدُهما اثقلُ من الآخَرِ باستخدامِ مسطرةٍ مرتكزةٍ على حافّةِ مرطبانٍ . إنّ الجسمَ الأثْقَلَ يجبُ ان يكونَ اقربَ إلى المنتصفِ (محورِ الارتكازِ) من الجسمِ الآخرِ لبلوغ حالةِ الاتزانِ .
احسب مقدارَ عَزْمِ كُلٍ من الثّقَلَيْن حَوْلَ محورِ الارتكازِ . هَلْ هُما متساويانِ ؟

للحصول على اتّزانٍ تامّ يجبُ ان يكونَ عزمُ القوةِ على احد جانبي محورِ ارتكازِ النّوّاسَةِ (السّيسو) مساوياً لعزمِ القوّةِ على الجانبِ الآخرِ. اي إنّهُ يجبُ أن يكونَ حاصِلُ ضربِ وزنِ احدِ الشّخصيْنِ في بُعْدِهِ عن محورِ الارتكازِ مساوياً لحاصلِ ضربِ وزنِ الشّخصِ الآخرِ في بُعْدِهِ عن محورِ الارتكازِ.

تتألّفُ الرّوافعُ من ثلاثةِ أقسامٍ : نقطةِ الارتكازِ أومحورِ الارتكازِ، وذراعِ الحِمْلِ أوذراعِ المقاومةِ، وذراعِ القُوّةِ. امّا محورُ الارتكازِ فهو المحورُ الذي تَتمّ حولَهُ الحركةُ. وذراعُ المقاومةِ هو المسافةُ بَيْنَ الحِمْلِ ومحورِ الارتكازِ، في حين أنّ ذراعَ القوّةِ هو المسافةُ بين القوّةِ المؤثّرةِ ومحورِ الارتكازِ.

إنّ عَرَبَةَ اليَدِ ما هي إلاّ رافعةٌ بسيطةٌ يُمَثّلُ العَجَلُ فيها نقطةَ الارتكازِ . ويؤثّرُ الثّقلُ (الحمل) الموضوعُ في العربةِ بقوّةٍ إلى اسْفَلَ ، بينما يؤثّرُ الشّخصُ الذي يقودُ العربةَ بقوّةٍ على مِقْبضي العربةِ إلى أعْلى . وتمثّل المسافةُ ما بَيْنَ العَجَلِ ومركزِ ثقل الحِمْلِ ذراعَ المقاومةِ ، امّا المسافةُ ما بين العَجَلِ ويدي الشّخصِ فتمثّلُ ذراعَ القوّةِ .
إذا كانَ ذراعُ القوّةِ يساوي اربعَةَ أضعافِ ذراعِ المقاومةِ ، فإنّ القوّةَ التي يجبُ على الشّخصِ أن يبذُلَها تساوي رُبْعَ ثقلِ الحملِ . ونتيجةً لذلك فإنّ بمقدورِ الشّخصِ أن يحمِلَ باستخدامِ العربة أكْثرَ بكثيرٍ ممّا يستطيعُ أنْ يَحْمِلَهُ بيديْهِ .



إنّ كسّارةَ الجوزِ هي أيضاً عبارة عن رافعةٍ . والفرقُ الكبيرُ بَيْنَ طول ذراع المقاومةِ وطول ذراع القوّة يعني أنّ الضغط على حبّة الجوز الصّلبة يكونُ كبيراً جداً ممّا يُمَكِّنُكَ من كَسْرِها بقوّةٍ بسيطةٍ .

السُّطوحُ المائِلَة

إنَّ صعودَ تلّةٍ تنحدرُ انحداراً بسيطاً أَسْهَلُ بكثيرٍ من صعودِ أخرى شديدة الانحدار ، بالرّغم من تساوي ارتفاعَيْهما . لذا توجدُ طرقٌ مُتَعَرِّجَةٌ تَصِلُ ما بين سفوحِ الجبالِ العاليةِ وَقِمَمِها .
ويعدّ السّطحُ المائلُ بمثابةِ آلةٍ . حاول أن تفكِّرَ باستخداماتٍ أخرى للسطوحِ المائلةِ تعملُ على تسهيلِ أعمالِكَ .

إنَّ البرغيَّ هو سطحٌ مائلٌ من نوعٍ خاصٍ . اقطعْ قطعةً من الورقِ على شكلِ مثلثٍ ثمّ لُفَّها حَوْلَ قلمِ رصاصٍ . إنّ حافّةَ الورقةِ الطّويلَةَ ستعمَلُ خطّاً مُنْحنياً حولَ قلمِ الرّصاصِ تماماً مثلَ أسنانِ البرغيّ . ويعملُ البرغيُّ بحركةٍ دورانيّةٍ ، إذ إنّ شدَّهُ بالمفكّ يعملُ على تحريكِهِ حركةً دورانيّةً تجعلُهُ يدخُلُ عميقاً في الخَشَبِ .

ما مِقْدارُ الشّغلِ الذي تَبْذُلُهُ ؟

بإمكانِكَ أنْ تقيسَ مقدارَ الشّغلِ الذي تبذُلُهُ عندما تَصْعَدُ درجاً ما ، وذلك بقياسِ ارتفاعِ الدّرجِ وضربِ هذا الارتفاعِ في وزنِ جِسْمِكَ بالنّيوتن .

وإذا ما صَعِدْتَ الدَّرَجَ ذاتَهُ بسرعةٍ كبيرةٍ فإنّك تكونُ قد بَذَلْتَ كميةَ الشُّغلِ نَفْسَها في وقتٍ أقلَّ . ويطلقُ على معدّلِ الشّغلِ المبذولِ اسمُ القدرة ، ويمكن حسابُ القدرةِ بقسمةِ الشّغلِ المبذولِ (بالجول) على الزّمنِ الذي بُذِلَ فيهِ (بالثّانية) . وَوَحْدَةُ قياسِ القدرةِ هي الجول لكلّ ثانية أو الواط watt.

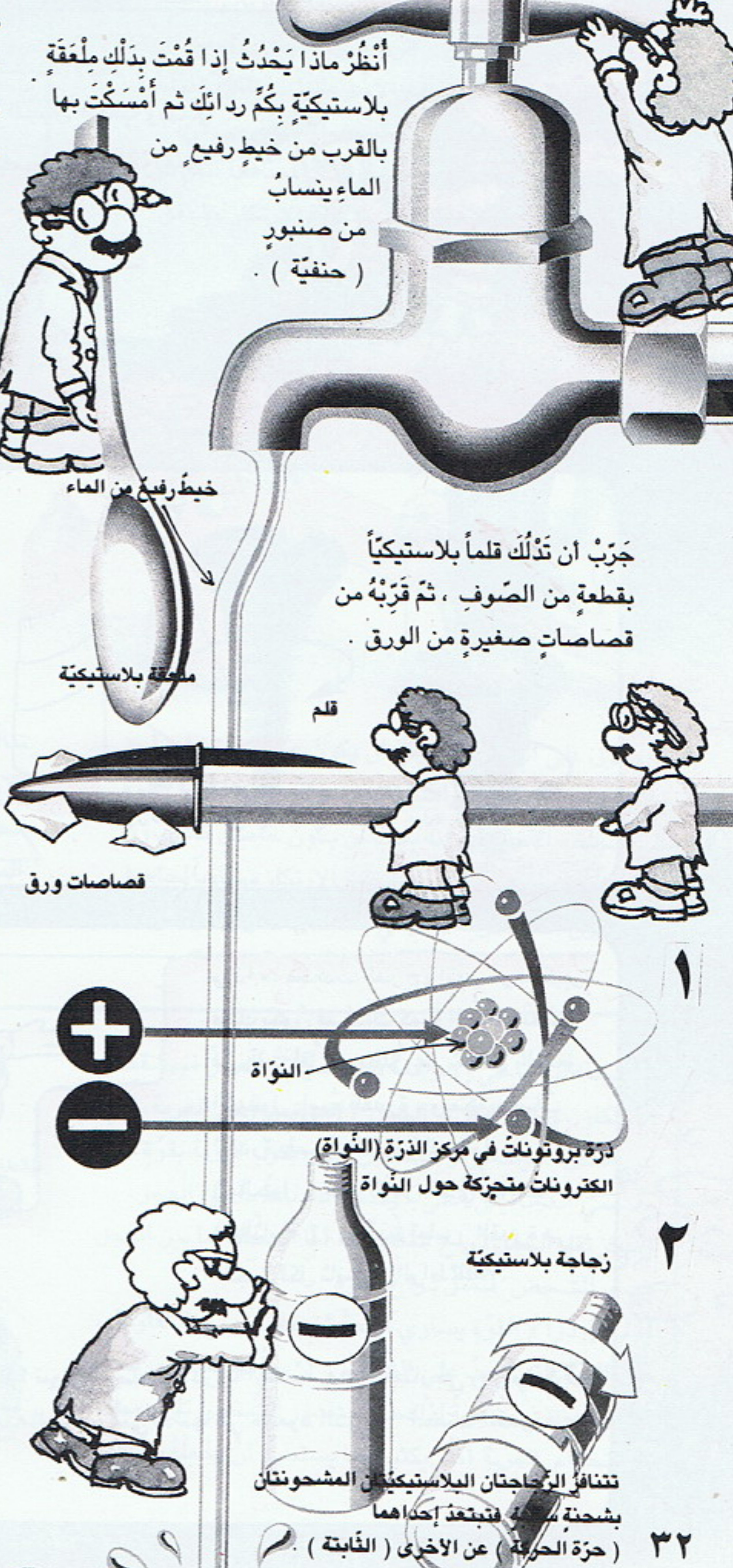
سؤالٌ عن القدرة

إذا كان وَزْنُكَ يساوي ٤٥٠ نيوتن* وصَعِدْتَ درَجاً ارتفاعُهُ عَشَرَةُ أمتارٍ في زمنٍ مقدارُهُ ثانيتانِ ، فكمْ تساوي كمّيّةُ الشّغلِ الّتي بذلتها في صُعودِ الدّرجِ ؟ احسب القدرة في هذه الحالةِ أيضاً .

* أنظر ص ٢٢ لتتعرف كيف تحسب وزنك

الكهرباءُ والمغناطيسيّة

لولا الكهرباءُ والمغناطيسيّةُ لما كان هناكَ تِلْفازٌ أو ستيريو أو كمبيوتر ، ولا ألعابُ فيديو أو مصابيحُ كهربائيّةٌ أو غيرُها من الأشياءِ الكثيرةِ المحيطةِ بكَ. وستتعلّمُ في الصّفحاتِ التّاليةِ الكثيرَ عن الكهرباءِ والمغناطيسيّةِ وعلاقتِهما بعضهما بالبعض الآخر .



الكهرباءُ السّاكِنَة

قَدْ تَسْمَعُ أحياناً ، عندما تَخْلَعُ ملابسَكَ ، صَوْتَ قرقعةٍ عندما يحدثُ احتكاكٌ بَيْنَ الملابسِ المصنوعةِ من النايلون والملابسِ المصنوعةِ من موادَّ أخرى . وقد ترى وميضاً كهربائيّاً (شراراتٍ كهربائيّةً خفيفةً) إذا كانَ المكانُ معتماً . إنّ هذا يحدثُ بفعلِ الكهرباءِ السّاكنةِ .

وقد عَرَفَ الإغريقُ القدماءُ بوجودِ الكهرباءِ السّاكنةِ ، إلاّ أنّ موضوعَ الشّحناتِ الكهربائيّةِ ظلَّ يكتَنِفُهُ الغموضُ حتّى القرنِ الثّامنَ عَشَرَ عندما اكتشفَ العالِمُ بنيامين فرانكلين أنّ هناك نوعَيْنِ من الشّحناتِ الكهربائيّةِ السّاكنةِ : شحناتٌ موجبةٌ وشحناتٌ سالبةٌ . ومن جهةٍ أخرى كان فرانكلين هذا أوّلَ مَن اكْتشفَ أنّ الغيومَ مشحونةٌ بالكهرباءِ السّاكنةِ واخترع مانِعَةَ الصّواعِقِ عام ١٧٥٢ .

وبسبب هذه الشّحناتِ الكهربائيّةِ قد تحدثُ أشياءُ غريبةٌ . فإذا كُنْتَ تجلسُ على كرسيّ وقُمْتَ بدَلْكِ حذائِكَ ذي النَّعْلِ المطاطيّ بالسجّادِ ، ثم لامَسْتَ بيَدِكَ جسماً معدنيّاً ، فإنّك قد تشعر برَجّةٍ كهربائيّةٍ خفيفةٍ . ويعودُ السّببُ في ذلِكَ إلى سريانِ الشّحناتِ الكهربائيّةِ في جسْمِكَ .

ما الذي يَحْدُثُ ؟

١ ـ تتألّفُ المادّةُ من ذرّاتٍ تحتوي على عددٍ كبيرٍ من الدّقائقِ المشحونةِ. ويُطلقُ على الدّقائقِ موجبةِ الشّحنةِ اسمُ البروتونات في حينِ تسمّى الدّقائقُ سالبةُ الشّحنةِ الإلكترونات .

وفي الذّرّةِ المتعادلةِ (غيرِ المشحونةِ) يكونُ عددُ البروتوناتِ+مساوياً لعددِ الإلكتروناتِ− . والإلكتروناتُ أخفُّ بكثيرٍ من البروتوناتِ ، وهي تتحرَّكُ حَوْلَ نَواةِ الذّرّةِ في مداراتٍ محدّدةٍ . أما البروتونات فتكونُ مستقرّةً في مركزِ الذّرّةِ الذي يُعْرفُ بالنّواة .

٢ ـ إذا احتكَّتْ مادّتان (كالصّوفِ والبلاستيكِ مثلاً) ، فإنّ الإلكتروناتِ تنتقلُ أحياناً من إحدى المادّتيْنِ إلى الأخرى . قُمْ بِدَلْكِ زجاجتيْنِ بلاستيكيّتيْنِ فارغتيْنِ بقطعةٍ من الصّوفِ . إنّ هذا يَشْحَنُ الزّجاجتين بشحنةٍ سالبةٍ ؛ أي إنّه سيكونُ هناك فائضٌ من الإلكتروناتِ على كلٍّ منهما . ضَعْ إحدى الزّجاجتيْنِ على مِنْضَدَةٍ وقرِّبِ الأخرى مِنْها . ماذا تلاحظُ؟ إنّ الزُّجاجةَ الأولى سَتَتَدَحْرَجُ مبتعدةً عن الثّانيةِ .

إنّ الموادَ المشحونةَ بشحناتٍ مختلفةٍ تتجاذَبُ ، أمّا تلك المشحونةُ بشحناتٍ متماثلةٍ فإنّها تتنافر .

تأثيرُ الأجسامِ المشحونةِ على غيرِ المشحونة

ماذا يحدثُ إذا قرَّبْتَ جسماً مشحوناً (كالقلم المبيّن في الصّورة) من جسمٍ آخرَ غيرِ مشحونٍ (كقصاصاتِ ورقٍ صغيرةٍ) ؟

إذا كان القلمُ مشحوناً بشحنةٍ سالبةٍ ، فإنّ إلكتروناتِ قصاصاتِ الورقِ القريبة من القلمِ ستتنافرُ مع شحنتِهِ السّالبةِ ، ممّا يجعلُ الأجزاءَ البعيدةَ من القصاصاتِ سالبةَ الشّحنةِ والقريبةَ موجبةَ الشّحنةِ . ونتيجةً لذلك تَنْجَذِبُ قصاصاتُ الورقِ نَحْوَ القلمِ وتتعلّقُ بِهِ .

لكنْ بعدَ فترةٍ من الزمن تَنتقلُ بعضُ الإلكترونات الزائدةِ على القلم عَبْرَ جسمِك إلى الأرض . وعندها يَنعدمُ انجذابُ الورقِ إلى القلمِ فيسقطُ عنه .



سؤالٌ كهربائيّ

اشحنْ زجاجةً بلاستيكيّةً فارغةً بشحنةٍ سالبةٍ بِدَلْكِها بقطعةٍ من الصّوفِ ، ثمّ ضَعْها بالقرْبِ من بطّةٍ مصنوعةٍ من البلاستيكِ موجودةٍ في حوضِ حمّامٍ مملوءٍ بالماءِ . ماذا تلاحظُ ؟ إنّ البطّةَ تَتْبَعُ الزّجاجةَ على سطحِ الماءِ . لماذا يَحْدُثُ ذلك ؟ انظر ص ٤٧ لمعرفة الجواب

ماذا يحدثُ لَوْ دَلَكْتَ البطّةَ هي الأخرى بقطعةِ الصّوفِ ؟

* انظر ص ٣٤ لمعرفة المزيد عن الكهرباء المتحرّكة (التيّار الكهربائيّ) ، وص ٣٠ لمعرفة المزيد عن الشّغل .

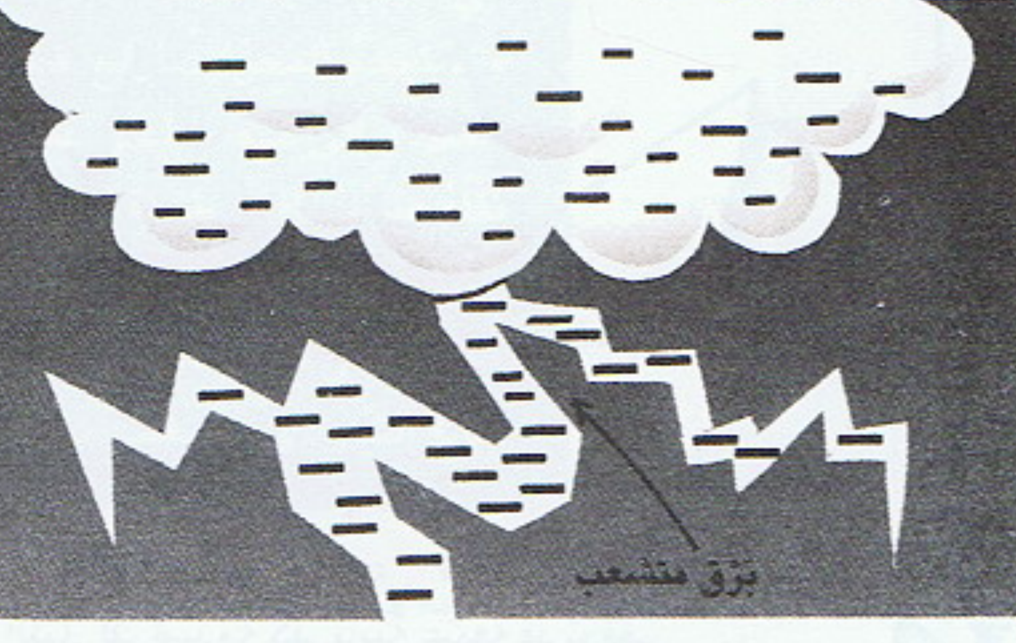
البَرْق



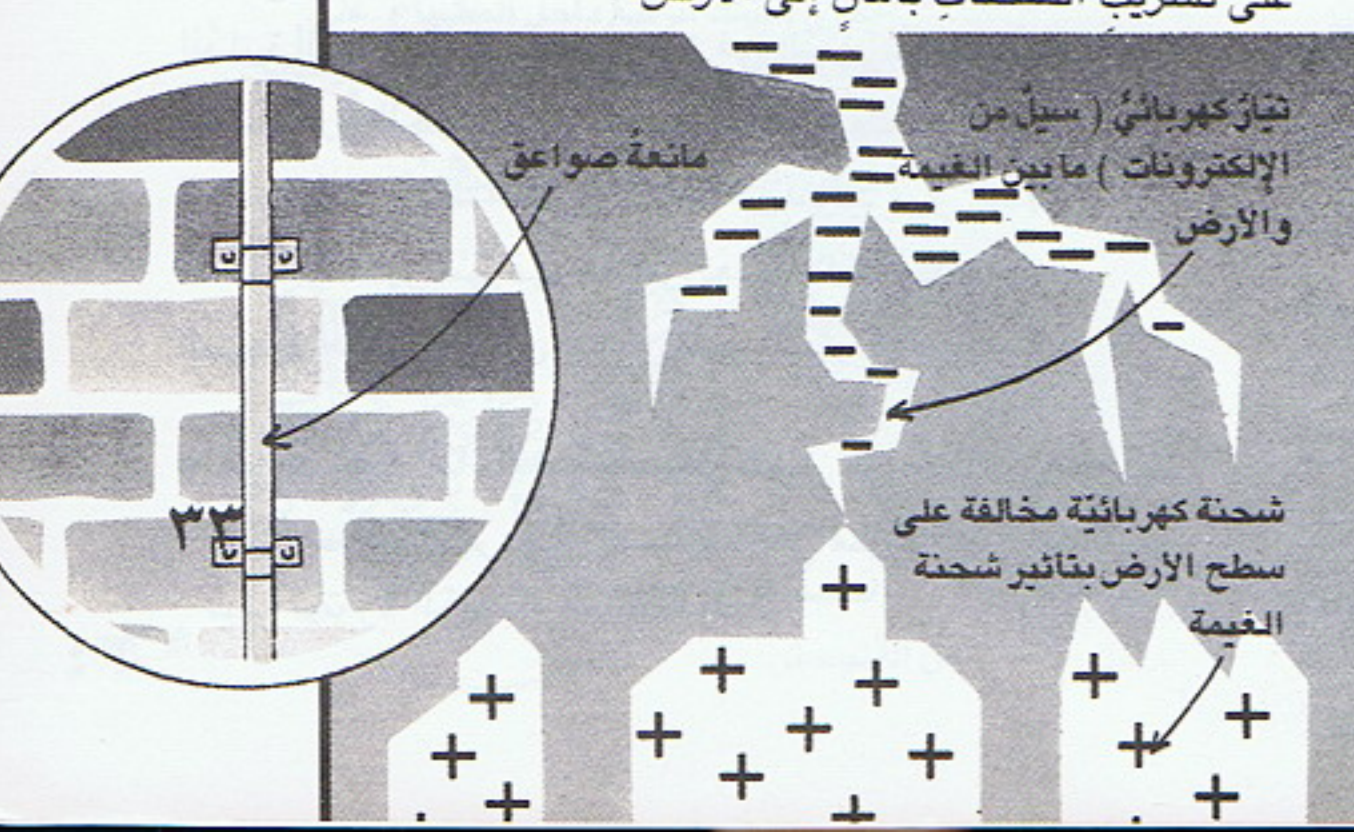
في الجوِّ العاصفِ تُشْحَنُ الغيومُ بجُسَيْمات نتيجةً للاحتكاكِ الذي يحدثُ ما بين الجُسَيْماتِ الموجودةِ فيها ، فتتولّدُ شحناتٌ كهربائيّةٌ موجبةٌ وأخرى سالبةٌ في أجزاءٍ مختلفةٍ من هذه الغيوم . وتستمرُّ عمليّةُ الشّحن هذهِ إلى أن تصِلَ قوّةُ التّجاذبِ فيما بَيْنَها إلى حدٍّ تستطيعُ عِنْدَهُ الشّحناتُ السّالبةُ الانتقالَ منَ الغيومِ المشحونةِ بها إلى تلكَ المشحونةِ بشحناتٍ موجبةٍ مسبّبةً « البرقَ » .

وإذا كانت شحنةُ الغيمةِ كبيرةً جداً ، وكانتِ الغيمةُ على ارتفاعٍ منخفضٍ عن سطحِ الأرض . فإنّها تحدث شحنة مضادة على الأرض ، مما يؤدّي إلى سريانِ تيّارٍ كهربائيٍّ من الغيمةِ إلى الأرض (تفريغ كهربائيّ).

ويظهرُ هذا التّيّارُ على شكلِ شرارةٍ كهربائيّةٍ متشعّبةٍ تسمّى الصّاعقةَ . وبالرّغم من أنّ الصّاعقةَ تستمرُّ فترةً قصيرةً جَداً ، إلّا أن كميّة كبيرة من الشُّغْلِ تُبْذَلُ هُنا . ويكفي هذا الشُّغْلُ لتشغيلِ مصباحٍ كهربائيٍّ قدرتُه ١٠٠ واط لمدّةِ شهرٍ كامل ! وترتفع درجةُ حرارةِ الهواءِ الذي يسري خلالَهُ التّيّارُ ارتفاعاً كبيراً ، غير أنّهُ لا يَلْبَثُ أن يعودَ إلى درجةِ حرارتِهِ الأصليّةِ بسرعةٍ كبيرةٍ .



إذا صادفَ التّيّارُ الكهربائيُّ في طريقه إلى الأرضِ شيئاً فإنّه يَحْرِقُهُ . لذا تُحمى المباني العاليةُ بمانعاتِ الصّواعِقِ ، وهي قضبانٌ معدنيّةٌ جيّدةُ التّوصيلِ للتّيّارِ الكهربائيِّ ولها رؤوسٌ مدبّبةٌ . وتعملُ مانعاتُ الصّواعقِ على تسريبِ الشّحناتِ بأمانٍ إلى الأرض .



الكهرباءُ المتحرّكة

إنّ الكهرباءَ السّاكنة تعني شحناتٍ كهربائيّةً غَيْرَ متحرّكةٍ، فهي لا تنتقلُ خلالَ الأسلاكِ أو خلالَ الهواءِ بصورةٍ مستمرّةٍ. أمّا الكهرباءُ المتحرّكةُ فهي عبارةٌ عن شحناتٍ كهربائيّةٍ متحرّكةٍ باستمرارٍ، وهذا النّوعُ الأخيرُ من الكهرباءِ هو الذي يجعل على سبيل المثال، مصباحاً كهربائياً يضيء.
وتزودُ محطاتُ الطّاقةِ الكهربائيّةِ الأماكنَ التي هي بحاجةٍ إلى التّيارِ الكهربائيّ بما تحتاجُهُ بوساطةِ الأسلاكِ الرّئيسيّةِ التي تصِلُ بين المحطّاتِ وهذه الأماكنِ.

الموادُ المُوَصِّلَةُ والموادُ العازلَة

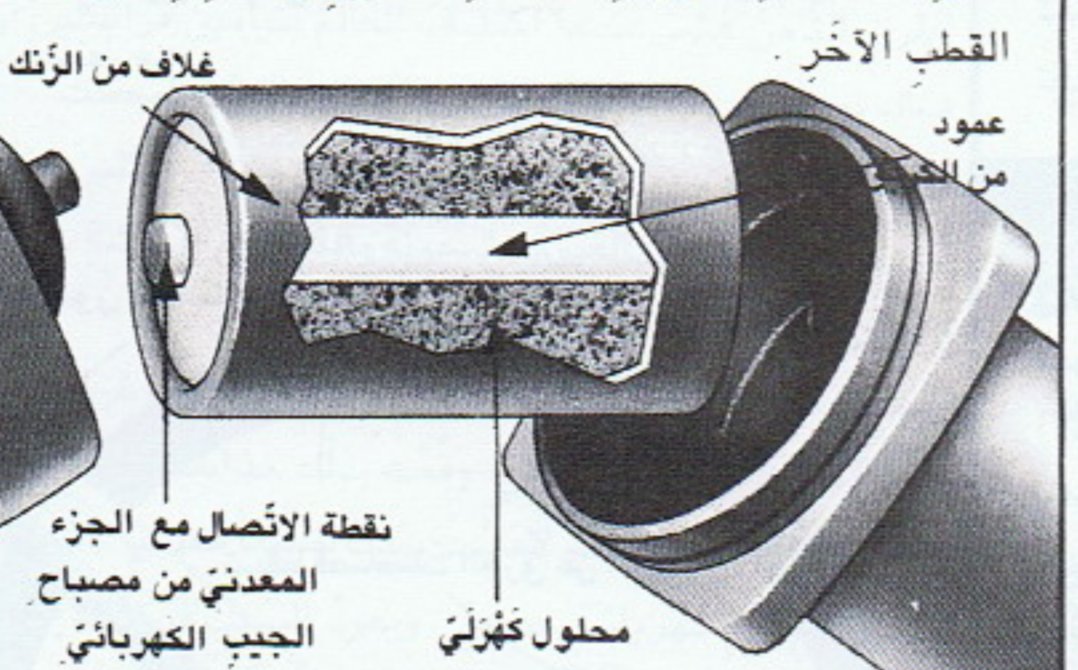
تتفاوَتُ الموادُ في مدى توصيلِها للتّيارِ الكهربائيّ كما تتفاوتُ في مدى توصيلِها للحرارةِ. وتحتوي ذرّاتُ الموادّ الموصِّلَةِ للتّيارِ على إلكتروناتٍ «حُرَّةٍ» أكْثَرَ من الموادّ العازلةِ. وفي الظروفِ الطّبيعيّةِ تتحرّكُ هذه الإلكتروناتُ بينَ الذرّاتِ بصورةٍ عشوائيّةٍ.
وتحتوي ذرّاتُ المعادنِ على أعدادٍ كبيرةٍ من الإلكتروناتِ الحرّةِ، ممّا يجعلُها جيّدةَ التّوصيلِ للتّيارِ الكهربائيّ.



وَعِنْدَما تَنْظُرُ إلى قطعةٍ من شَريطٍ كهربائيّ مَرِنٍ، فإنّك تجدُ سلكيْنِ من القصدير (مُوَصِّلَيْنِ للتّيارِ) في غلافٍ من المطّاطِ (العازلِ للتّيارِ) لعزلِ السّلكيْنِ وتوفيرِ السّلامةِ.

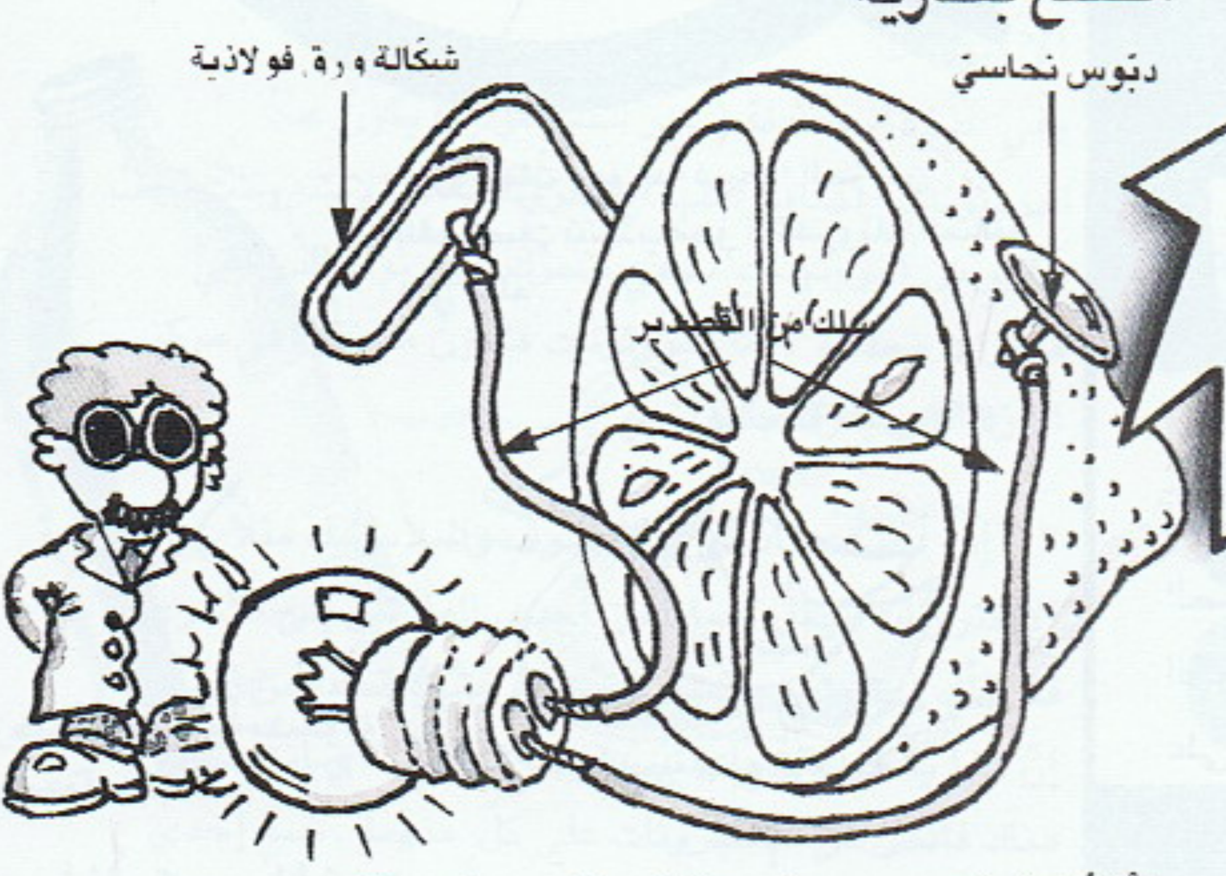
كَيْفَ تَعْمَلُ الْبَطّارِيَّة

تحتوي البطّاريّةُ بداخِلِها على محلولٍ كيميائيّ خاصٍ، وَيُطْلَقُ على مثلِ هذا المحلولِ اسمُ المحلولِ الكَهْرَلِيّ (الإلكتروليتيّ)، أي الذي ينحلُّ بالكهرباءِ. ويتكوّنُ هذا المحلولُ من بلايينَ من الشّحناتِ الموجبةِ والسّالبةِ.
أمّا غلافُ البطاريّةِ فيصنعُ من الزّنْكِ. ويُغْمَسُ عمودٌ من الكربونِ في المحلولِ، ويكونُ الزّنْكُ والكربونُ هما قطبا البطّاريّةِ. ويحدثُ في المحلولِ تفاعلٌ كيميائيٌّ يتسبَّبُ في تَحَرُّكِ الشّحناتِ الموجبةِ نحو أحدِ القطبينِ والسّالبَةِ نحو القطبِ الآخرِ.



وعندما يتمُّ وَصْلُ القطبينِ بملامسة الأجزاءِ المعدنيّةِ من مصباحِ جيبٍ كهربائيّ، فإنّ تيّاراً كهربائياً يسري في هذه الحالةِ.
وعندما يُسْتَهْلَكُ المحلولُ الكَهْرَلِيُّ لا يسري التيار في البطّاريّةِ. ونقول هنا إنّ البطّاريةَ قد اسْتُنْزِفَتْ ولم تَعُدْ قادرةً على العملِ.

اصْنَعْ بطّاريّة



اغْرُزْ قطعتيْنِ من معدنيْنِ مختلفين في نصفِ حبّةٍ من الليمون، وتأكّد من عَدَمِ مُلامسةِ بعضِهما بعضاً. لُفَّ سِلْكاً من القصدير حول طرفِ كُلٍّ من المعدنين، وصِلِ الطّرفيْنِ الآخريْنِ للسّلكيْنِ بمصباحٍ كهربائيّ يعمل على فرقِ جهدٍ قَدْرُهُ ١,٥ فولت.
إنّ المصباحَ قد يضيءُ في هذهِ الحالةِ حيثُ يعملُ المعدنانِ كقطبي بطّاريةٍ والليمونُ كمحلولٍ كَهْرَلِيّ.

تحذير

إنّ الكهرباءَ في المنزلِ على درجةٍ عاليةٍ من الخطورةِ. إيّاك أن تلمسَ الأجزاءَ المعدنيّةَ من القوابسِ (الفيشَات)، لأنّ التّيارَ الكهربائيّ في هذهِ الحالةِ سيسري خلالَ جسمِكَ إلى الأرضِ. ومِنَ المُمْكِنِ أن يسبِّبَ هذا التّيارُ لك صدمةً كهربائيّةً عنيفةً قد توقفُ قَلْبَكَ عنِ الخفقانِ لا قدّرَ اللّهُ.

وَيَرْجِعُ السَّبَبُ في استمرارِ سريانِ التّيارِ الكهربائيّ في الدّارةِ الكهربائيّةِ إلى وجودِ فرقٍ في الجهدِ بَيْنَ طرَفَيْها.
ويقاسُ فرقُ الجُهْدِ الكهربائيّ بوحدةِ الفولت نسبةً إلى العالمِ فولتا. وتُعَدُّ البطّاريّاتُ مصادرَ لتوليدِ فرقِ الجُهْدِ.
أمّا التّيارُ الكهربائيُّ فهو مقياسٌ لِعَدَدِ الإلكتروناتِ المتحرّكةِ خلالَ مُوَصِّلٍ ما، ويقاسُ التّيارُ بالأمبير.

* على صفحة ٤٢ برنامجُ كمبيوتر تتمكّن من خلالِهِ أن تحسب كمّيّةَ الطّاقةِ الكهربائيّةِ المستهلكةِ في منزلكَ، بالإضافةِ إلى قيمةِ فاتورةِ الكهرباءِ الخاصّةِ بكَ.

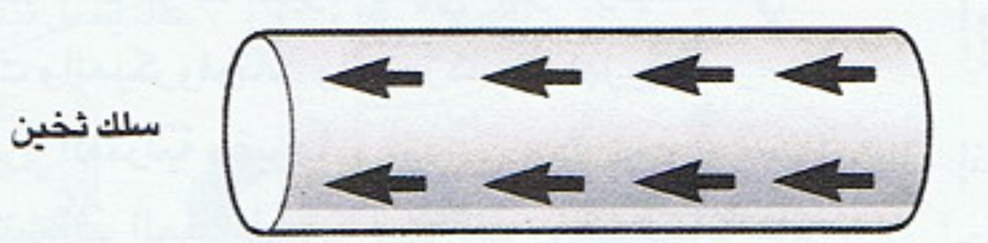
المُقاومةُ الكهربائِيَّة

سلك طويل

سلك قصير

تسمحُ الموصِّلاتُ الجيِّدةُ بسريانِ الإلكتروناتِ (التيّار الكهربائيّ) خلالها بسهولةٍ . وبالرّغم من ذلك تصطدمُ الإلكتروناتُ أحياناً بذرّاتِ السّلكِ الذي تسري خلالَهُ ممّا يقلِلُ من سرعتها ويحدّ من حرّيّةِ حركتها .

ويُطلق على هذه الظّاهرةِ اسمُ « المقاومة » . وكلّما ازداد طول سلكٍ ما كانت مقاومَتُهُ أكْبَرَ . وتكون مقاوَمَةُ السّلكِ الثّخين أقلَّ منْ مقاومةِ السّلكِ الرّفيعِ ، إذ إنّ مساحة مقطعِ السّلكِ الثّخين أكْبَرُ من مساحةِ مَقْطعِ السّلكِ الرّفيع .



ويُشْبِهُ ذلك إلى حدّ ما طريقاً سريعاً يُمْكِن أن يَمُرَّ عَلَيْهِ عَدَدٌ أكْبَرُ من السّياراتِ من تلكَ التي يمكنُ أن يستوعِبَها طريقٌ داخليٌّ ذو مَسْرَبٍ واحِدٍ .

الضّوءُ الكهربائيّ

يتكوَّنُ السّلكُ في المصباحِ الكهربائيِّ من ملفٍّ حلزونيّ رفيعٍ من التنجستن ، الذي يكثرُ استخدامُهُ نظراً لارتفاعِ درجةِ حرارةِ انصهارِهِ .

وتصطدمُ الإلكتروناتُ بذرّاتِ السّلْكِ ممّا يجعلُها تَهْتَزُّ أكْثَرَ فأكثر ، فترتفعُ بذلك درجةُ حرارةِ السِّلْكِ الذي يَتَوَهَّجُ ، فيعملُ بذلكَ على إضاءةِ المصباحِ بالضّوءِ الأبيضِ الذي نراهُ صادراً عَنْهُ .

تصطدم الإلكترونات المارّة خلال سلك رفيع باستمرار بذرّات السّلك ممّا يؤدّي إلى اهتزازها فتشعّ ضوءاً وحرارة .

التّيّارُ المباشرُ والتّيّارُ المتردّدُ

يسمّى التّيّارُ الكهربائيُّ الذي تولِّدُهُ البطارية بالتّيّارِ المباشرِ أو المستمرّ . فَهُوَ يسري في اتّجاهٍ واحدٍ وثابتٍ . أمّا التّيّارُ المتولِّدُ في محطاتِ الطّاقةِ الكهربائيّةِ فَيُعْرَفُ بالتّيّارِ المتردِّدِ أو المتغيّر ، لأنّهُ يغيِّرُ اتّجاهَهُ مِئاتِ المرّاتِ في الثّانيةِ الواحِدَةِ .

وتستخدمُ المحوّلاتُ لرفعِ قيمةِ التّيّارِ المتردّدِ إلى ضغوط أعلى عندما يُرادُ نَقْلُهُ عبر مسافاتٍ طويلةٍ . وفي حالة التّيّارِ ذي الضّغطِ العالي يكونُ فقدان الطّاقةِ على شكلِ حرارةٍ أقلّ منه في حالةِ التّيّارِ ذي الضّغطِ المنخفض .

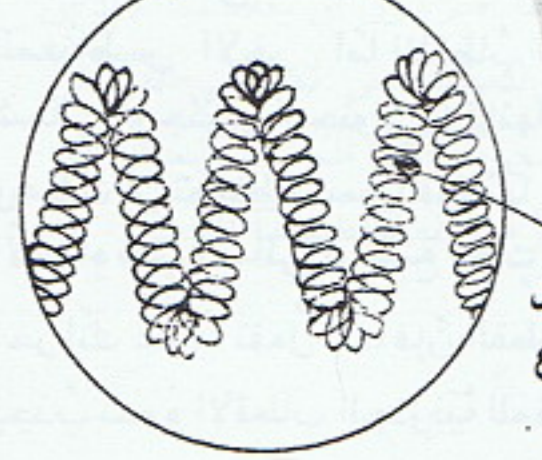
يُملأ جسم الغلاف بغاز خامل مثل الأرغون . ولو مُلِىء الغلافُ بهواءٍ عاديّ لَتَأكْسَدَ السّلك واحْترقَ .

غلاف زجاجيّ

اسلاك حاملة لفتيل المصباح

يكونُ السّلكُ الرّفيعُ داخلَ المصباحِ على هيئة ملفٍّ حلزونيّ ذي لفّاتٍ متقاربةٍ . وهكذا يمكن وضعُ سلكٍ اطول داخل المصباح فيكونُ الضّوءُ النّاتجُ اكثر شدّةً .

فتيل على شكل ملفّ



منظر مكبّر للفتيل المصنوع من التّنجستن .

يدلّ الرّقم (بالواط) المكتوب على المصباح على قدرة الكهربائيّة المصباح ، وتعتبر القدرة مقياساً لشدّةِ إضاءةِ المصباحِ . فكلّما ازدادت القدرة ازدادت شدّةُ الإضاءةِ وارتفعَ الاستهلاكُ .

المغناطيسيـة

إنّ المغانطَ ذاتُ فوائدَ كثيرةٍ ، فهي أجزاءُ رئيسيّةٌ في السّمّاعاتِ والميكروفوناتِ والمحرّكاتِ الكهربائيّةِ والأجراسِ المنزليّةِ وغيرها .

لقد تمّ اكتشافُ المغناطيسيّةِ قبل ألفيْن وخمسمائة عام من حَجَرٍ يُعْرفُ بالحجر المغناطيسيّ . استخدمَهُ الإنسانُ آنذاك لِصُنْعِ البوصلاتِ . وتمتلك معـادنُ مثل الحديد والنّيكل والكوبالت وحدها خصائصَ مغناطيسيّةً تجعل من الممكنِ مغنطتَها ذاتيّاً . كما يمكنُ صنعُ مغانطَ قويةٍ بمزجِ هذه المعادن المذكورةِ مع معادنَ أخرى .

فالفولاذُ مثلاً هو مزيجٌ من الحديدِ وقليلٍ من الكربونِ ، ومن الممكنِ صنعُ مغانطَ قويّةٍ منه ايضاً .

جرّب أن تُحْضِرَ مغناطيساً وانظر ما هي الأشياءُ التي يَجْذِبُها .

ما هو المغناطيس ؟

تصوَّرْ عدداً كبيراً من عيدانِ الثّقابِ تمثّلُ مجموعاتِ الجزيئاتِ* في مادّةٍ مغناطيسيّةٍ . إنّ كلَّ عودِ ثقابٍ يمثّلُ مغناطيساً بقطبٍ شماليٍّ عند رأسِ العودِ وآخرَ جنوبيٍّ عند الطّرفِ الآخَرِ .

ويمكن تَصَوُّرُ قطعةٍ غيْرِ مُمَغْنَطَةٍ من الحديد على أنها مؤلّفةٌ من عددٍ من مغانط عيدانِ الثّقابِ غير المرتّبةِ بشكلٍ يجعلُ بعضَها يُلغي تأثيرَ البعضِ الآخرِ .

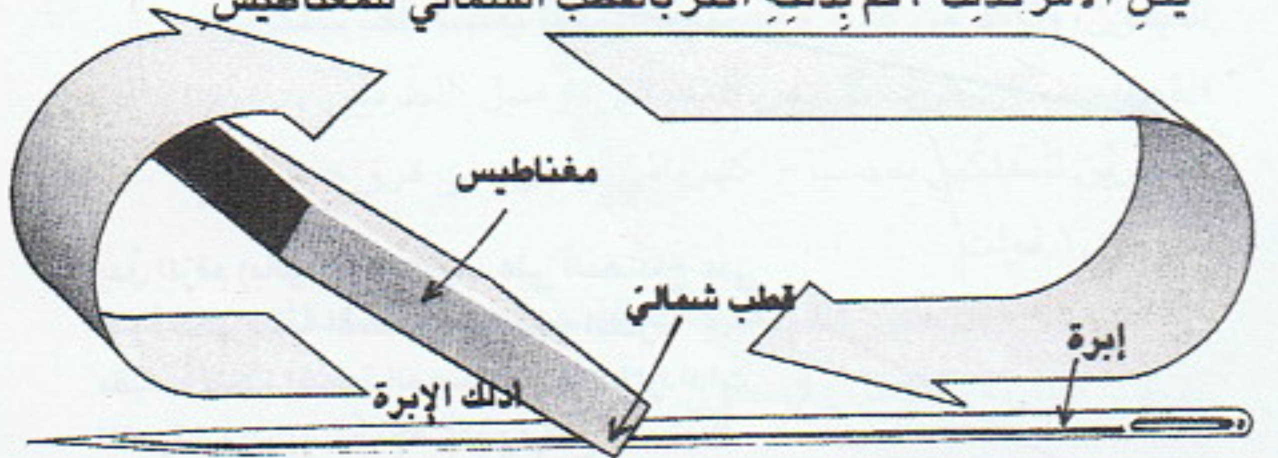
وإذا ما تمّتْ مغنطةُ قطعةِ الحديدِ فإنّ المغانطَ الجُزَيْئيّةَ تصطف بترتيبٍ بحيثُ تشيرُ أقطابُها الشّماليّةُ في الاتّجاهِ ذاتِهِ .

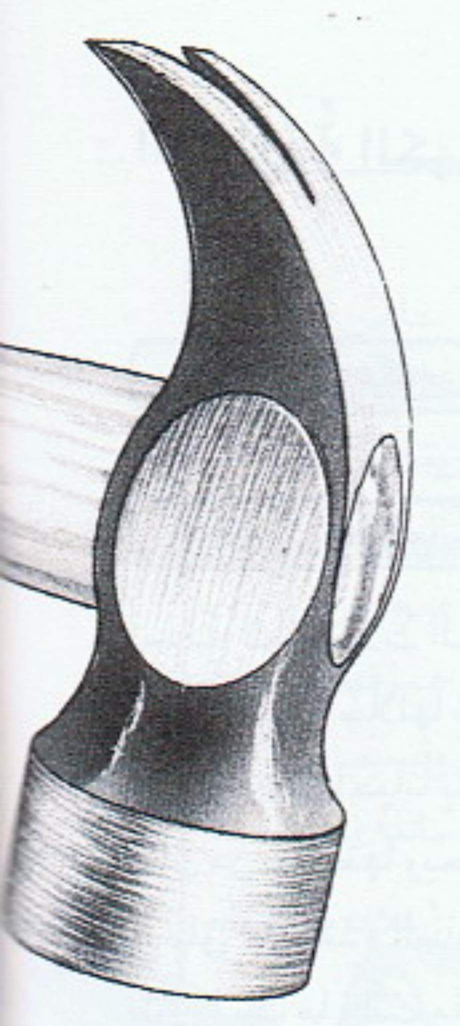
اعملْ مغناطيسا

احضرْ مغناطيسيْنِ وقرّبْ أحدَهُما من الآخر . ستلاحظُ أنّ القطبَ الشماليَّ لِأحَدِ المغناطيسيْنِ يجذبُ القطبَ الجنوبيَّ للمغناطيسِ الآخر . أمّا الأقطابُ المتشابهةُ (شمالي / شمالي أو جنوبي / جنوبي) فإنّها تتنافرُ .

ويمكنُكَ أن تُمَغْنِطَ مسماراً فولاذيّاً (إبرة فولاذيّة) بدلكِهِ في الاتجاهِ نفسِهِ ثماني أو تسع مرّاتٍ بقطبٍ شماليٍّ لمغناطيسٍ آخر إنّكَ عندما تفعلُ ذلك فإنّ القطبَ الشّماليَّ للمغناطيسِ يجذبُ نحوَهُ الأقطابَ الجنوبيّةَ للمغانطِ الجُزَيْئيّةِ الدّقيقةِ في المسمارِ أو الإبرة ممّا يجعلُ هذه المغانطَ تصطف بترتيب .

هل أصْبَحَ المسمارُ الآن قادراً على جذب الأشياءِ ؟ إذا لَمْ يَكُنِ الأمرُ كذلِكَ ، قُمْ بِدَلْكِهِ أكْثَرَ بالقطبِ الشّماليّ للمغناطيس





إزالَةُ المَغْنَطَة

إذا تمّتْ مغنطةُ جسمٍ ما ، فإنّ كثيراً من جزيئاتِهِ تشيرُ في الاتّجاهِ نفسِهِ . ولإزالةِ المغنطةِ يتعيَّنُ عليكَ أن تعملَ على « خَلْطِ » المغانطِ الجُزَيْئيّةِ للجسمِ ثانيةً لتصيرَ غيرَ مرتّبةٍ .

ويمكنك أن تفعلَ ذلك بالطَّرْقِ على المغناطيس بمطرقةٍ أو تسخينِهِ إلى درجة الاحمرارِ ثُمّ اتركه يَبْرُدُ . (لا تقم بهذا العمل بنفسك) .

مجالاتُ القُوَّةِ
(خطوطُ المجال)

برادة الحديد

إنّك لا تستطيعُ أن ترى كيفيّةَ عملِ المغناطيسِ . إلاّ أن هناك قوى حول المغناطيسِ يمكنكَ ملاحظتُها بِذَرِّ برادةِ الحديدِ حول المغناطيسِ . إنّ البرادةَ تترتّبُ في أنماطٍ معيّنةٍ .

ضَعْ مِقْدارَ ملعقةٍ من برادةِ الحديدِ في صندوقٍ وَحَرِّكْها بيَدِكَ حتّى تُغَطِّيَ قَعْرَ الصّندوقِ . ضَعِ الصندوقَ فَوْقَ مغناطيسٍ ، فتلاحظُ أنّ برادَةَ الحديدِ تتحرّكُ مترتّبةً على نمطٍ معيّنٍ على هيئةِ خطوطٍ منحنيةٍ تُعْرَفُ بخطوطِ المجالِ المغناطيسيّ .

برادة الحديد

وتوَضِّحُ خطوطُ المجالِ ماذا يَحْدُثُ في المنطقةِ حولَ المغناطيسِ . جَرِّبْ أنْ تفعلَ ذلك بوضعِ مغناطيسيْنِ تَحْتَ الصّندوقِ بحيثُ يكونُ قطباهُما المتشابهانِ معاً .

* لمزيد من المعلومات عن الجزيئات انظر ص ١٤ .



الكهرباءُ والمغناطيسيَّة

لوحِظ لأوّلِ مرّةٍ قبل أكثرَ منْ مائةٍ وخمسينَ سَنةً أنه عند وضْعِ عددٍ منَ البوصلاتِ الصّغيرةِ بالقُرْبِ من سلكٍ يسري فيه تيّارٌ كهربائيٌّ، فإنَّ الإبَرَ تترتّبُ في اتّجاهٍ دائريٍّ حول السّلكِ . وإذا ما توقّفَ سريانُ التّيّارِ في السِّلْكِ فإنّ إبرَ البوصلاتِ تعودُ لِتُشيرَ في الاتجاهاتِ الأصليّةِ (شمال ـ جنوب) .

إنّ التّيّارَ الكهربائيَّ يُكَوِّنُ حولَ السّلكِ مجالاً مغناطيسيّاً بنفسِ الطّريقةِ التي تَحْدُثُ في المغناطيس .

المغانطُ الكهربائيّة

يُوَلِّدُ مَلَفٌّ حلزونيٌّ (لولبيٌّ) يسري فيه تيّارٌ كهربائيٌّ مجالاً مغناطيسيّاً أقوى مِن ذلك الذي يتولّد في سلكٍ مستقيم .

وإذا ما جُعِلَ قضيبٌ حديديٌّ داخِلَ الملفِّ فإنّه يعملُ كمغناطيسٍ قويّ جدّاً عندما يسري التّيّارُ في الملفِّ . أمّا إذا أُوقِفَ سريانُ التّيّارِ فإنّ الحديدَ يعودُ غيرَ مُمَغْنَطٍ . ويُسمّى هذا النّوعُ من المغانطِ «مغناطيساً كهربائياً» . وتستخدم مغانطُ كهربائيّةٌ ضخمةٌ لِنَقْلِ وتحميلِ الحديدِ الخردة والقضبانِ الفولاذيّة وأجزاءِ الآلاتِ الثّقيلةِ ، حيثُ يسري التّيّارُ في هذه المغانط لالتقاط الحِمْلِ ويُوقَفُ سريانُهُ لإلقاءِ الحِمْلِ أرْضاً . ويقالُ عَنِ المغانطِ الكهربائيّةِ إنّها مغانطُ مؤقّتةٌ .

إنّ المسمارَ هنا يصبحُ مغناطيساً تزداد قُوّتُهُ كلّما ازداد عددُ لفّاتِ السّلكِ حَوْلَهُ. افْحصْ قوّةَ جَذْبِ المغناطيس بتقريبِهِ من بعضِ شكّالاتِ الورق .

ماذا يحدثُ إذا فَكَكْتَ أَحَدَ طرفي السّلكِ من قطب البطّاريّةِ ؟ إنّ المسمارَ يعودُ لِيُصْبِحَ غيْرَ مُمَغْنَطٍ فَوْرَ توقّفِ سريانِ التّيّارِ .

اصْنَعْ مغناطيساً كهربائيّا

يمكنك أنْ تَصْنَعَ مغناطيساً كهربائيّاً بسيطاً باستخدامِ سلك وبطّاريّة ومسمارٍ حديديّ . لُفَّ السّلكَ حولَ المسمارِ جاعلاً اللفّاتِ قريبةً جدّاً بعضَها من بعض. صِلْ طرفي السّلك بقطبي بطّاريّةٍ لجعْلِ التّيار الكهربائيِّ يسري في السّلك .

طريقةٌ أخرى لِصُنْعِ المغانِط

إنّ مغناطيساً قد يُمَغْنِطُ جِسْماً آخَرَ دون أن يتلامسا ، إذ إنّ خطوط المجالِ المغناطيسيِّ للمغناطيسِ تمتدُّ في الفراغِ وتَعْمَلُ على ترتيبِ المغانطِ الجُزَيْئِيَّةِ في الجسمِ المرادِ مَغْنَطَتُهُ . ويُسمّى هذا التّأثيرُ في المغناطيسيّةِ الحثَّ المغناطيسيَّ .



المغانط المؤقتة وحدها يمكن صنعها بالحثّ المغناطيسيّ

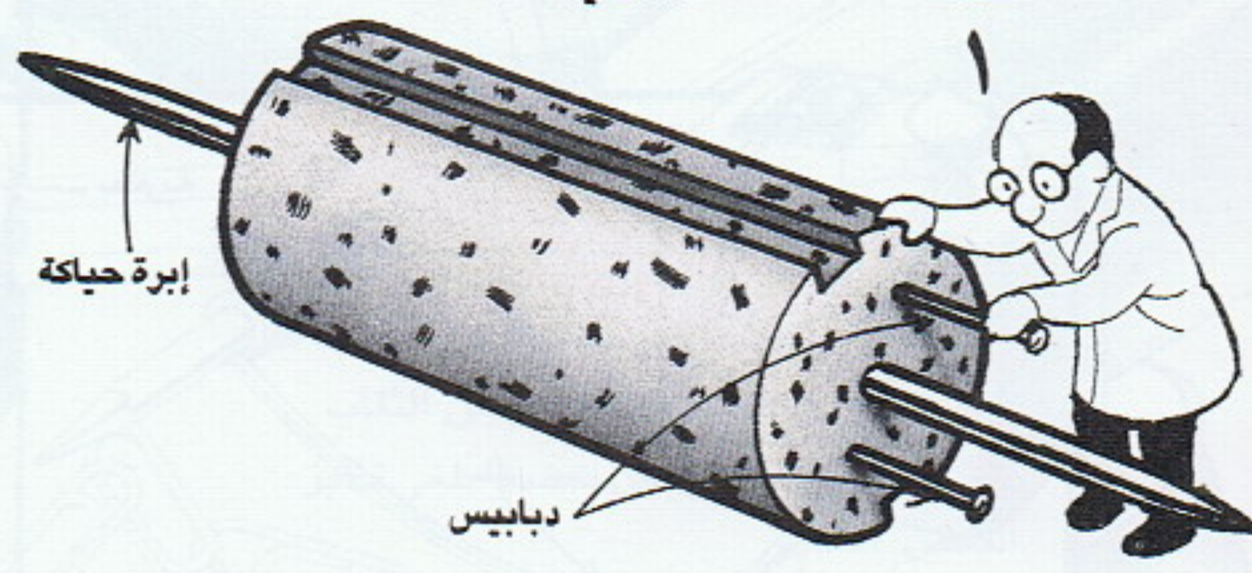
المُحَرِّكاتُ الكهربائيَّة

تَصَوَّرْ سِلْكاً (يَحْمِل تيّاراً كهربائيّاً) موضوعاً بين مغناطيسَيْن . إنّ المجالات المغناطيسيّةَ تتداخَلُ مع المجالِ الكَهْرَمغناطيسيِّ للسّلكِ، حَيْثُ تَعْمَلُ القوّةُ النّاشِئَةُ عن هذا التّداخُلِ على تحريكِ السّلكِ إلى موضعٍ آخَرَ .
وتُسْتَخْدَمُ هذهِ الفكرةُ البسيطةُ في المحرّكاتِ الكهربائيّةِ .

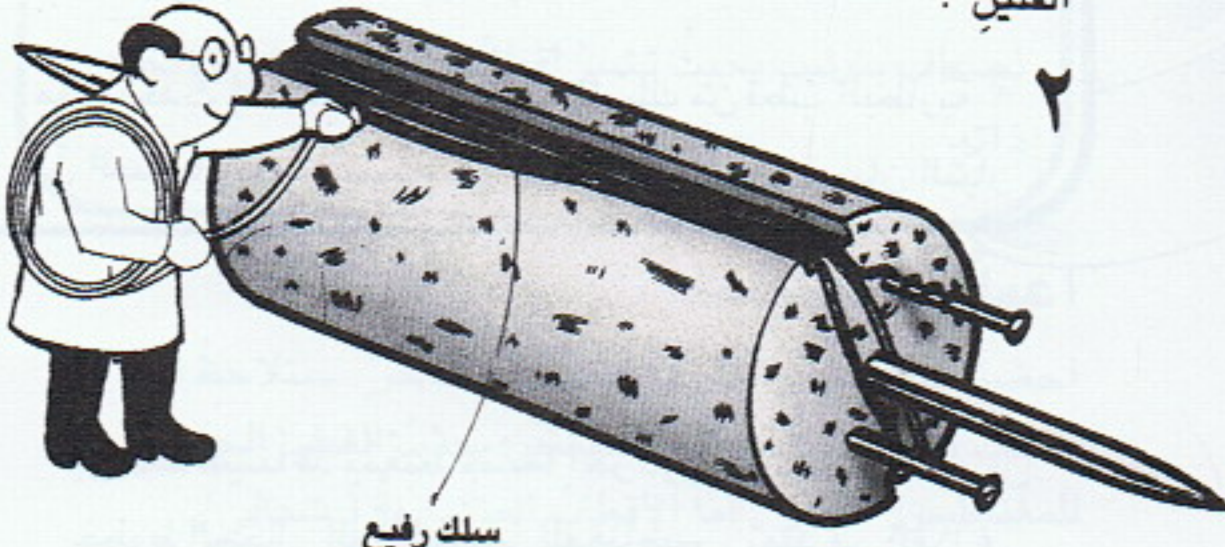
اصْنَعْ مُحَرِّكاً كهربائيّا

يمكنُكَ فَهْمُ عملِ المحرّكاتِ الكهربائيّةِ بصورةٍ أَفْضَلَ إذا ما قمتَ بصُنْعِ واحدٍ منها بنفسِكَ . ولهذهِ الغايةِ تحتاجُ إلى :

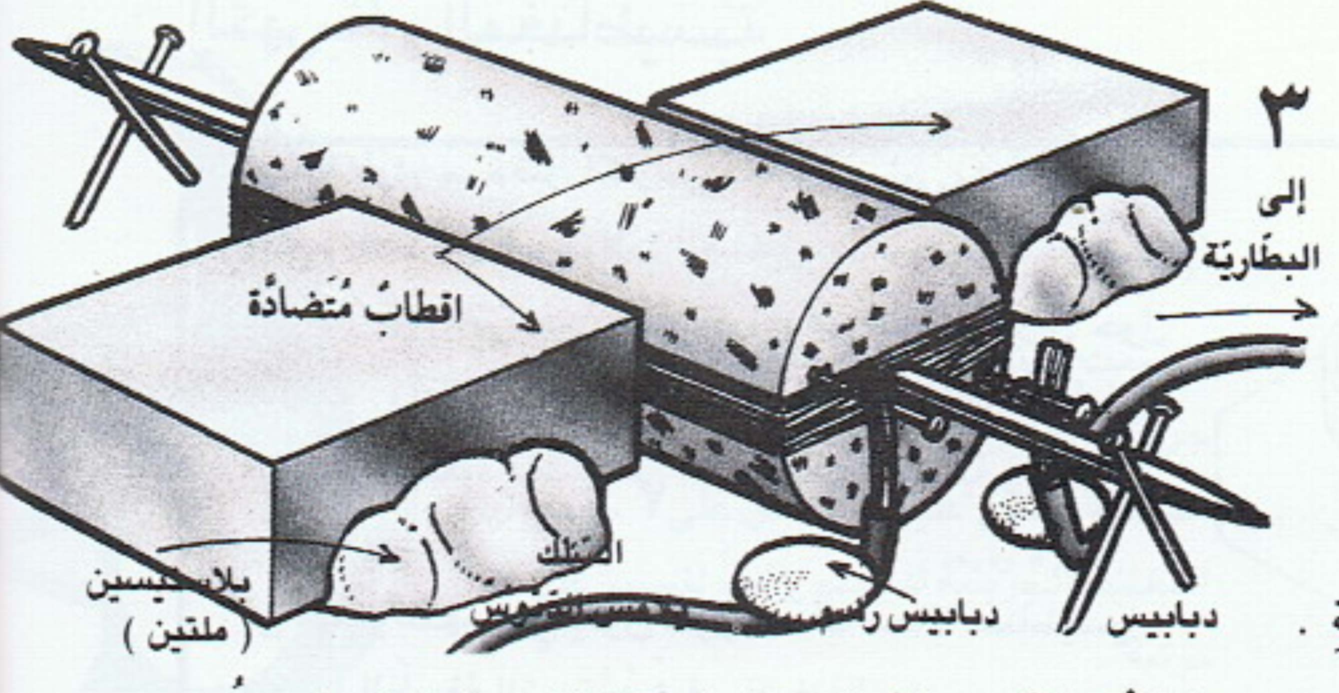
- مغناطيسَيْن دائمَيْن ،
- قطعة ضخمة من الفلّين ،
- ستّة دبابيس ،
- إبرة حياكةٍ ،
- سلك رفيع من النّحاسِ المعزولِ ،
- بلاستيسين (ملتين) ،
- لوحة ملساء من الخشبِ المضغوطِ ،
- بطّاريّة تعطي فرقَ جُهْدٍ مقدارُهُ ٤,٥ فولت ،
- سلكين ثخينين من النّحاسِ المعزولِ ،
- سكّين حادّة ، - دبّوسي رسم .



اقطع قناةً (اخدوداً) ضيّقةً على كلٍّ من جانبي قطعة الفلّين ، ثمّ إغرزِ الإبرةَ في مركزِ قطعةِ الفلّينِ حتى تنفذَ من خلالِها كما ترى في الصّورة . والآن اغرُزْ دبّوسَيْنِ في أحد طرفي قطعةِ الفلّينِ .



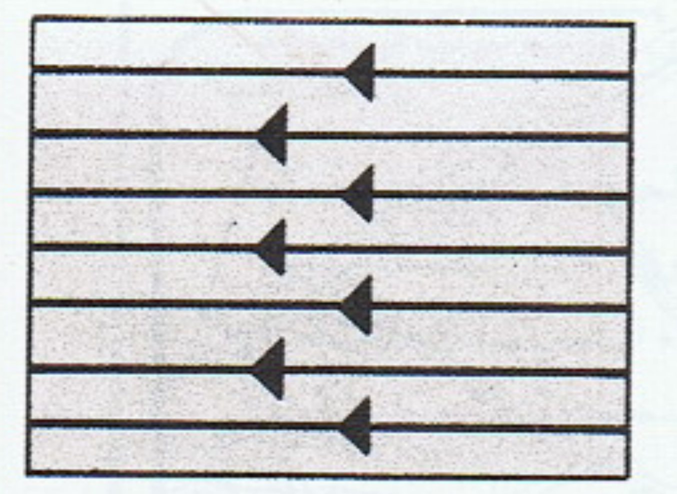
أزِلِ العازِلَ عن أحدِ طرفي السّلكِ الرّفيعِ ، ولُفَّ هذا الطّرف حَوْلَ أحدِ الدّبّوسَيْنِ ، ثُمَّ لُفَّ السّلكَ حول قطعة الفلين ثلاثين مرّةً . والآن أزِلِ العازِلَ عنِ الطّرفِ الآخَرِ من السّلكِ ولُفَّهُ حولَ الدّبّوسِ الثّاني .



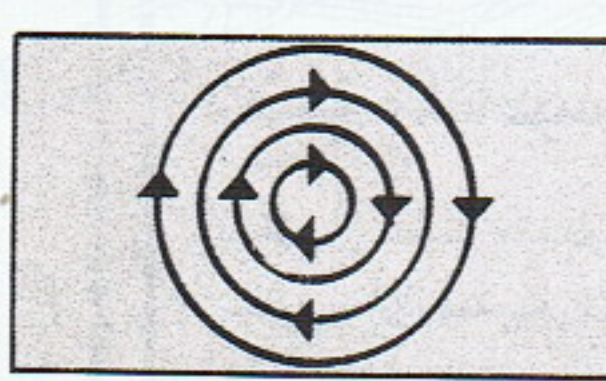
اغرُزْ زوجَيْنِ من الدّبابيسِ في لوحةِ الخشبِ المضغوطِ بحيثُ ترتكزُ الإبرةُ على هذهِ الدّبابيسِ كالسّريرِ على محامِلِهِ .
أزِلِ العازِلَ عن أطرافِ سلكَيْ النحاس الثّخينَيْنِ واستخدمْ دبابيسَ رَسْمٍ لتثبيتها وجعلها تلامسُ الدّبابيسَ المغروزَةَ في قطعةِ الفلّينِ .
استخدم البلاستيسين لتثبيتِ المغانطِ على كُلٍّ من جانبي الملفِّ بحيثُ تكونُ الاقطابُ المتضادّةُ متقابلةً .
صِلِ الأسلاكَ ببطّاريّةٍ تُعْطي فرقَ جُهْدٍ مقداره ٤,٥ فولت ، ثمّ أعطِ الفلّينةَ دفعةً لتبدأ حركةً دورانيّةً .

ما الّذي يَحْدُثُ ؟

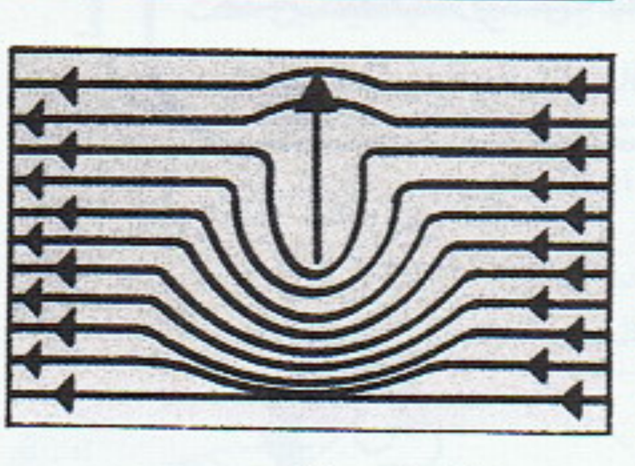
هناك مجالانِ منفصلانِ يعملانِ معاً في المحرّكِ . وتبيّنُ الصُّوَرُ ما يَحْدُثُ لترتيبِ خطوطِ المجالِ المغناطيسيِّ . تَخَيَّلِ السّلكَ النّاقِلَ للتيّارِ خارجاً مِنَ الصّفحة ومشيراً إلَيْكَ .



يولّد المغناطيسان اللذان تكونُ اقطابُها المُتضادّة متقابلة مجالاً مغناطيسيّاً كالمبيَّنِ في الصّورة .



يكوّنُ السّلكُ مجالَهُ المغناطيسيَّ الذّاتيَّ كما في هذا الشّكلِ .



تبدو القوّةُ المحصّلة كما في هذا الرّسم . ولهذهِ القوّةِ ما يُشْبِهُ اثرَ المنجنيقِ على السلك ، إذ تدفَعُهُ الى جانبٍ معيّنٍ . وفي المحرّكِ يكونُ هذا الأثَرُ بحيثُ يَدْفَعُ أحَدَ طرفَي الملفِّ إلى اعلى والطّرَفَ الآخَرَ إلى أسْفَلَ ، ممّا يُسَبِّبُ دورانَ الملفِّ .

تُسَخَّرُ المحرّكاتُ الكهربائيّةُ للكثيرِ من الأغراضِ المفيدةِ للإنسانِ ، فَهِيَ تُسْتَخْدَمُ في المكانسِ الكهربائيّةِ والمقادحِ والقطاراتِ والمصاعدِ وآلات الغسيلِ على سبيلِ المثالِ . وَيَسْتَخْدِمُ المحرّكُ الطّاقةَ الكهربائيّةَ للقيامِ بِشُغْلٍ ما (تشغيل آلةٍ على سَبيلِ المثالِ) .

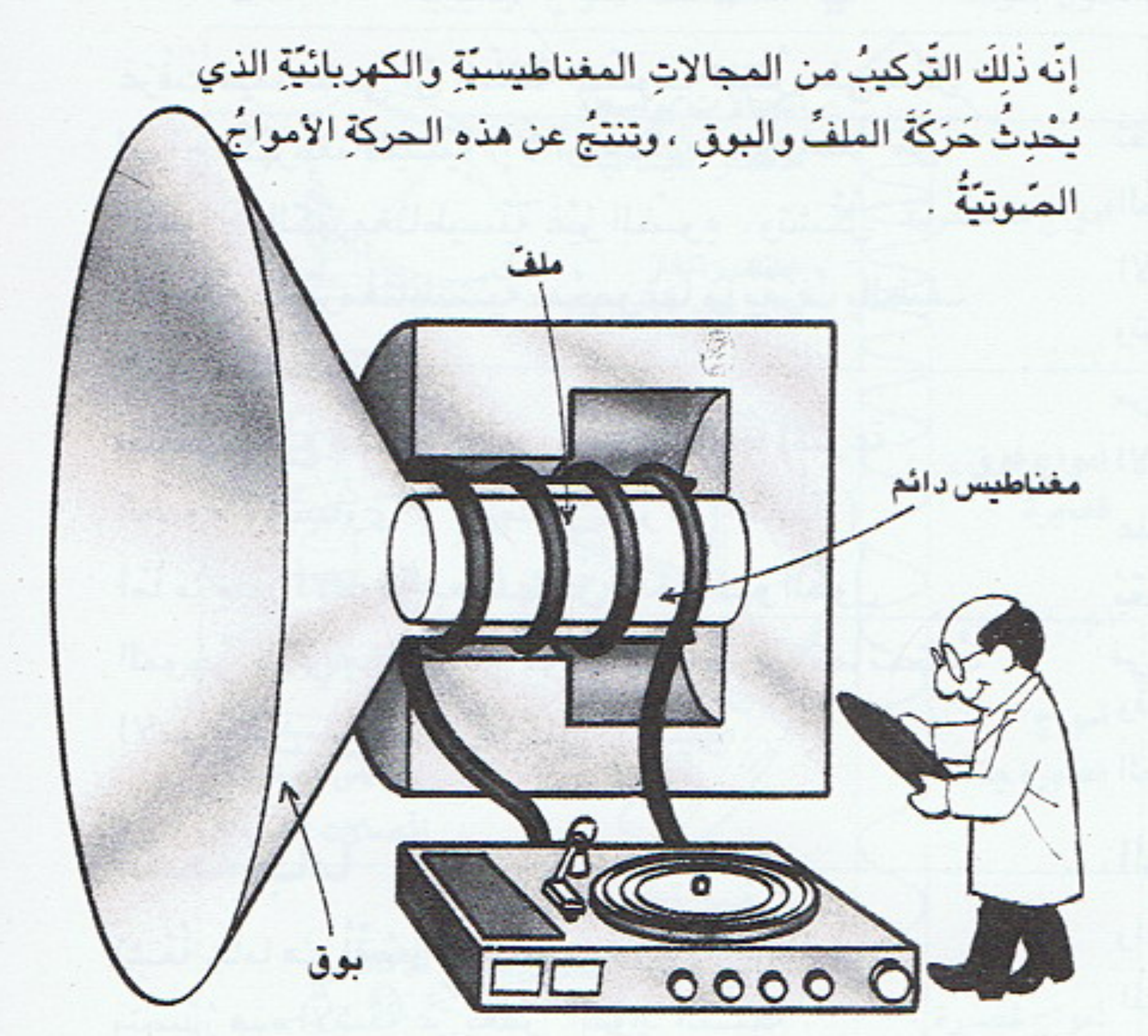
كَيْفَ تَعْمَلُ السَّمّاعات

تَسْتَخْدِمُ السَّمّاعاتُ تركيباً من المجالاتِ المغناطيسيةِ والكهربائيّةِ لِتَسْمَعَ من خلالها الكلامَ والموسيقى ، ولتَنْقُلَ صوتَكَ خلالَ الهاتِفِ . فهي تحوّلُ الطّاقَةَ الكهربائيّةَ إلى طاقةٍ صوتيّةٍ .

وتحتوي السّمّاعةُ على ملفٍّ سلكيٍّ قابلٍ للحركةِ يرتبطُ ببوقٍ كبيرٍ . ويكونُ هذا الملفُّ حُرَّ الحَرَكَةِ حَوْلَ منتصفِ مغناطيسٍ دائمٍ أسطوانيِّ الشَّكْلِ ، فيكونُ الملفُّ بذلك واقِعاً في مجالٍ مغناطيسيٍّ قويٍّ .

ومع تغيُّرِ التّيّاراتِ الكهربائيّةِ المارّةِ في الملفِّ تتولّدُ مجالاتٌ مغناطيسيّةٌ متغيّرةٌ كذلك . ويتحرّكُ الملفُّ بسببِ أثرِ المنجنيقِ (كما في المحرّكِ الكهربائيِّ) . وحيثُ إنّ الملفَّ موصولٌ بالبوقِ ، فإنّ الأخيرَ يتحرّكُ هو الآخَرُ مُحْدِثاً اهتزازاتٍ (موجاتٍ صوتيّةً) في الهواءِ تتغيّرُ تبعاً لتغيُّرِ التّيّارِ .

إنّه ذلِكَ التّركيبُ من المجالاتِ المغناطيسيّةِ والكهربائيّةِ الذي يُحْدِثُ حَرَكَةَ الملفِّ والبوقِ ، وتنتجُ عن هذهِ الحركةِ الأمواجُ الصّوتيّةُ .



الهاتِف

هنا تمرُّ التّيّاراتُ الكهربائيّةُ المتغيّرةُ خلالَ ملفّاتِ مغناطيسٍ كهربائيٍّ يجذبُ إليه قرصاً حديدياً . ومَعَ تغيُّرِ التّيّاراتِ تتغيّرُ حركةُ القرصِ محدثةً أمواجاً صوتيّةً في الهواءِ .

وتحدثُ التّيّاراتُ الكهربائيّةُ المتغيّرةُ بفعلِ ميكروفونٍ كربونيٍّ في الجُزءِ الخاصِّ بالفمِ من الهاتفِ ، إذ تُحرِّكُ الأمواجُ الصّوتيّةُ بوقاً مخروطيّاً إلى الدّاخِلِ وإلى الخارجِ فيضغَطُ البوقُ على حبيباتِ المسحوقِ الكربونيِّ التي يسري خلالَها التّيّارُ.

وحيثُ إنّ مقاومةَ المسحوقِ الكربونيِّ تَقِلُّ بانضغاطِه ، فإنّ تيّاراً كهربائيّاً متغيّراً ينشأُ في الميكروفونِ نتيجةً لِتَغَيُّرِ الأمواجِ الصّوْتيّةِ .

الطّيفُ الكَهْرَمغناطيسيّ

عَرَفتَ فيما مضى أنّ الطّاقةَ الضّوئيّةَ تنتقِلُ على شكل أمواجٍ كَهْرَمغناطيسيّةٍ. إلاّ أن هناكَ مدى واسعا من الأمواجِ الكَهْرَمغناطيسيّةِ غَيْرَ الضّوءِ. وتشكّلُ الأمواجُ الكَهْرَمغناطيسيّةُ بمجْموعها ما يُعْرَفُ بالطّيفِ الكَهْرَمغناطيسيّ.

وتنتقلُ جميع هذه الأمواج بالسّرعة ذاتها (سرعة الضّوء، وتساوي ٣٠٠ مليون متر في الثّانية).

أمّا ما يميّزُ الأمواجَ بعضَها عن بعض فهو الطّولُ الموجيُّ الذي يختلِفُ من موجةٍ إلى أُخْرى، كما تختلفُ الأمواجُ من حيثُ تأثيرُها على الأشياءِ.

أشِعَّةُ جاما

أشِعَّةُ جاما هي أقْصَرُ الأمواجِ الكَهْرَمغناطيسيّةِ طولاً. وَتَصْدُرُ هذه الأشعَّةُ عن بعضِ الموادِّ المشعَّةَ. (اليورانيوم مثلاً)

وتعطي الموادُّ المشعَّةُ طاقةً من نَوى ذرّاتها على هَيْئَةِ دقائقَ أو أشعَّةِ جاما. ولأشعَّةِ جاما القدرةُ على اختراقِ الأجسامِ لِدَرَجَةِ أنّها من الممكنِ أن تَخْتَرِقَ الإسمنتَ والرّصاصَ.

كما أنّ هٰذِهِ الأشعَّةَ قد تكونُ في غايةِ الخطورةِ لأنها تعملُ على إتلافِ خلايا الجسمِ البشريّ.

الأشعةُ السينيّة (أشعة إكس)

تمّ اكتشافُ الأشعة السينية بطريقِ الصّدفةِ عام ١٨٩٥ من قبلِ الفيزيائيِّ الألمانيِّ رونتجن، الذي سمّاها أشعّةَ إكْس لأنّهُ لم يَفْهَمْها تماماً. ولإنتاجِ هذه الأشعّةِ يُطلَقُ شعاعٌ من الإلكترونات على هدفٍ مصنوعٍ عادةً من التّنجستن.

إنّ نسيجَ خلايا جِسْمِكَ يتكوّنُ في الغالبِ من الهيدروجين والاكسجين والكربون والنّيتروجين، إلاّ أنّ عظامَكَ تحتوي على الكالسيوم، وهو أكثرُ كثافةً وبالتّالي يمتصُّ الأشعّةَ بصورةٍ أفْضَل.

وعندما تُسَلَّطُ الأشعةُ السينيةُ على جِسْمِكَ فإنّ معظمَها يَخْتَرِقُ الجسمَ ويسقُطُ على لوحِ تصويرٍ في الجهةِ المقابِلَةِ. أمّا حيثُ توجَدُ العظامُ فإن الأشعّةَ تُوقَفُ ممّا يكوّنُ ظلاًّ على لَوْحِ التّصويرِ. ومن هٰذِهِ الصُّوَرِ يتمكّنُ الأطبّاءُ من اكتشافِ كُسورِ العظامِ أو خَلْعِها من مكانِها الطبيعيِّ. كما يُصْبِحُ بمقدورِهِمْ رؤيةُ أيّةِ أشْياءَ تمّ ابتلاعُها بصورةٍ قَهْريَّةٍ.

الأشِعَّةُ فوقَ البَنَفْسَجِيَّة

تَقَعُ الأشعَّةُ فوق البنفسجيّةِ بعدَ اللّونِ البنفسجيِّ في الطّيفِ الضوئيِّ. وليس بإمكانِ الإنسانِ أن يرى هٰذهِ الأشعّةَ في حين تراها مُعْظَمُ الحشراتِ.

وتأتي هذه الأشعّةُ عادةً من الشّمسِ حيث يُمْتَصُّ معظمُها من قبل طبقة الأوزونِ التي تحيطُ بالكرة الأرضيّةِ. إنّ الأشعّةَ فوقَ البنفسجيّةِ تَجْعَلُكَ برونزيَّ اللّونِ، إلاّ أنّكَ عندما تَمْكُثُ طويلاً تحت أشعّةِ الشّمسِ فإنّكَ تصابُ بما يُعْرَفُ بالسَّفْعَةِ الشّمسيّةِ Sunburn الّتي هي عبارةٌ عن حَرْقٍ في الجلْدِ.

وقد اخترعَ العلماءُ حديثاً أَسِرَّةً شَمْسِيَّةً تقومُ بإنتاجِ الضّوءِ فوقَ البنفسجيِّ صناعِيّاً.

الضّوءُ المرئيّ

راجِع ص ٦ من هذا الكتاب لمعرفة المزيد حول الضّوء المرئيّ.

الأشِعَّةُ تَحْتَ الحمراءِ

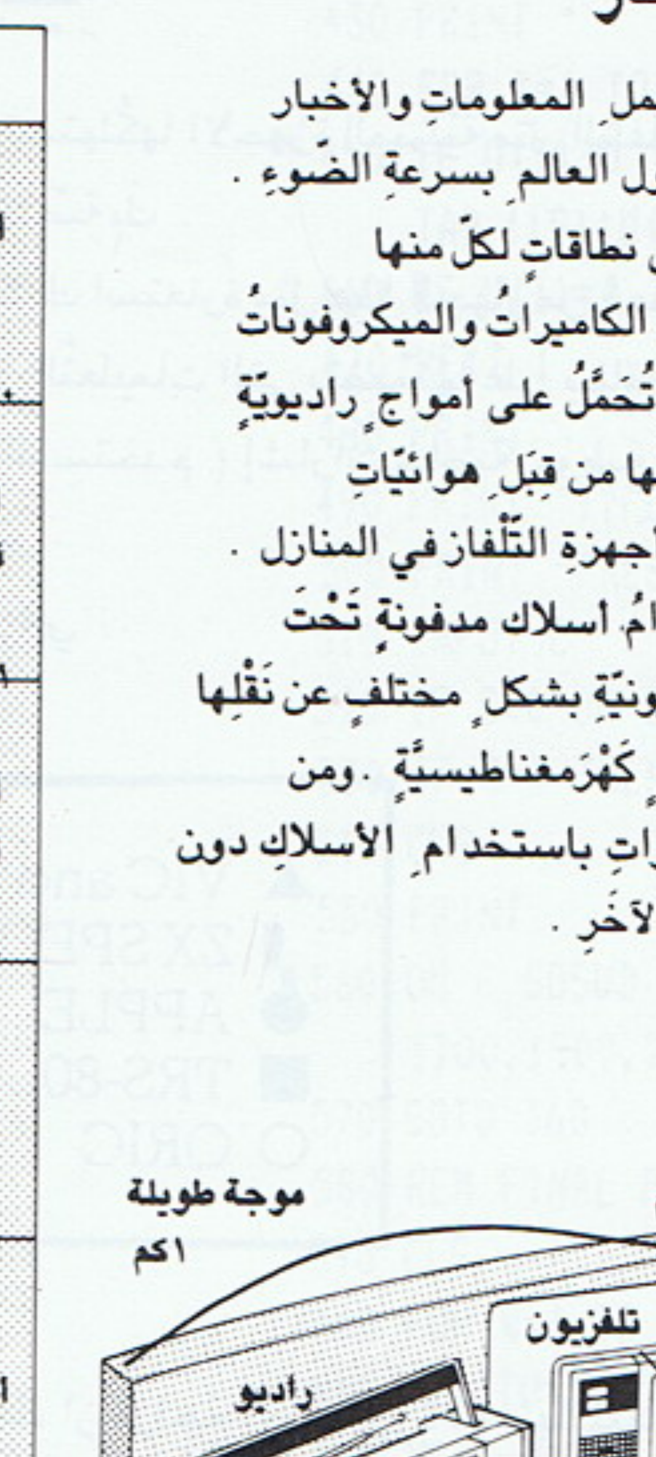
الأشعّةُ تَحْتَ الحمراءِ هي عبارةٌ عن أمواجٍ ذاتِ أطوالٍ أكْبَرَ من أطوالِ أمواجِ الضّوءِ الأحْمَر. ونحن لا نتمكّنُ من رُؤْيَةِ هذه الأشعّةِ، غيرَ أنّنا نُحِسُّ بها على شكلِ حرارةٍ. ويسمّى ذلك بالإشعاعِ الحراريِّ حيثُ تَصْدُرُ هذه الأشعّةُ عن مُعْظَمِ الأشياءِ الحارّةِ. والأشعّةُ تَحْتَ الحمراءِ ذاتُ الطّولِ الموجيِّ القريبِ من الطّيفِ المرئيِّ هي فقط التي تخترقُ الزّجاج، أمّا تلك التي لها طولٌ موجيٌّ أكْبَرُ فيَمْتَصُّها الزّجاجُ.

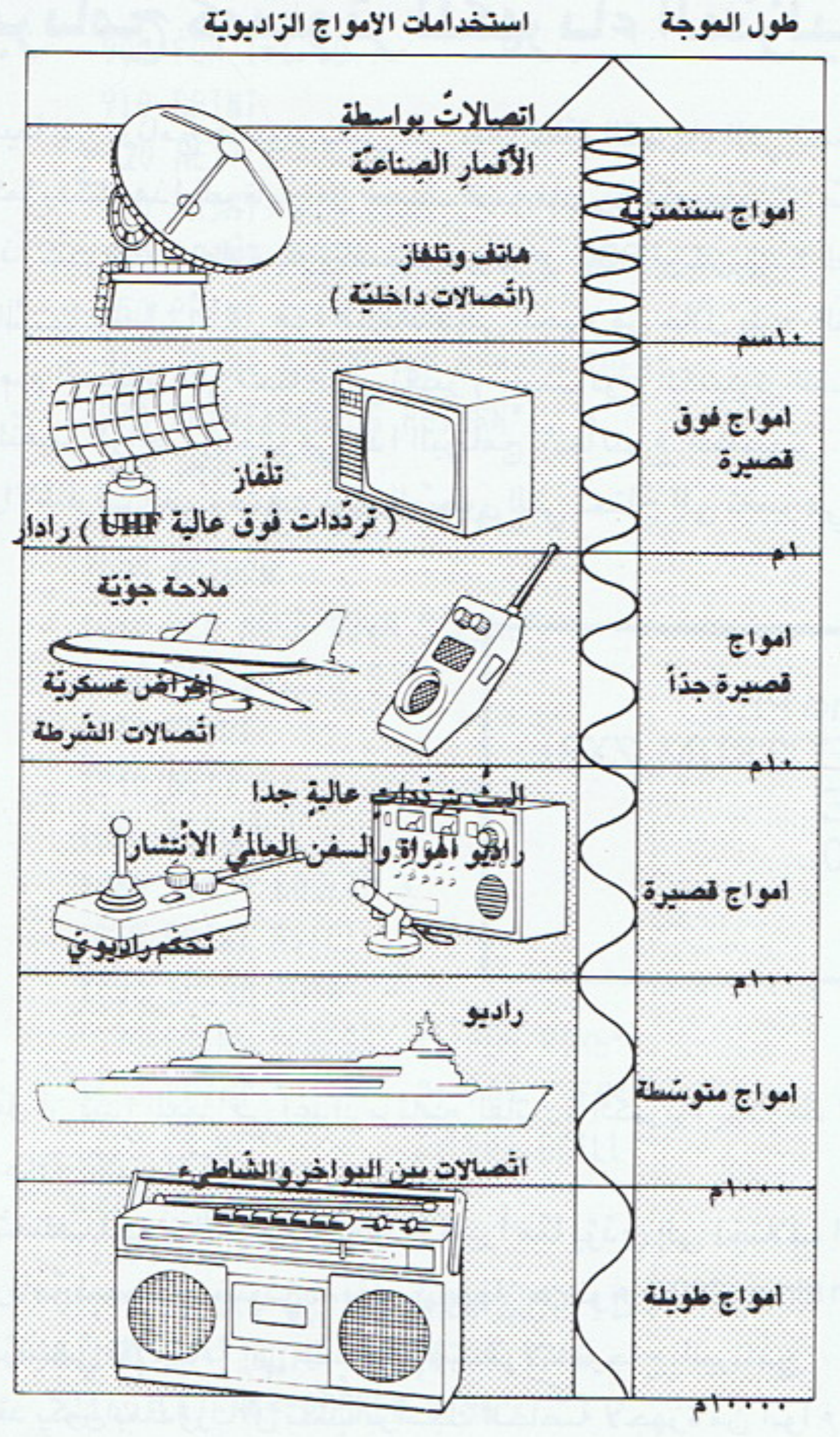
الأمواجُ الميكرويَّة

تتراوحُ أطوالُ الأمواجِ الميكرويّةِ ما بَيْنَ ١ مم و٠,٣ م، أي إنّها تَقَعُ بَيْنَ الأشعّةِ تَحْتَ الحمراءِ والأمواجِ الرّاديويّةِ. ويُسْتَخْدَمُ الرّادارُ الأمواجَ الميكرويّةَ لتحديدِ مواقعِ الأهدافِ، حيثُ تُطلَقُ هذه الأمواجُ على الهَدَفِ فينعكسُ بَعْضُها مرتدّاً عن الهَدَفِ. ومن حسابِ الزّمنِ الّذي تستغرقُهُ هذه الأمواجُ في الذّهابِ والإيابِ يُمكن معرفةُ بُعْدِ الهَدَفِ وسُرْعَةِ تَحَرُّكِهِ. ومن ناحيةٍ أخرى تُسْتَخْدَمُ أفرانُ الميكروويف (الأفران الميكرويّة) لِطَهْوِ الطعامِ بسرعةٍ فائقةٍ. وتعطي الأمواجُ الميكرويّةُ جزيئاتِ الطّعامِ كمّيّاتٍ كبيرةً من الطّاقةِ، ممّا يَجْعَلُ الطّعامَ يَسْخُنُ كثيراً. وعلى سبيلِ المثالِ يمكن أنْ تُشْوى حبّةٌ من البطاطا في هذه الأفرانِ في زَمَنٍ لا يتجاوزُ أربعَ دقائقَ.

أمواجُ الرّاديو والتّلفاز

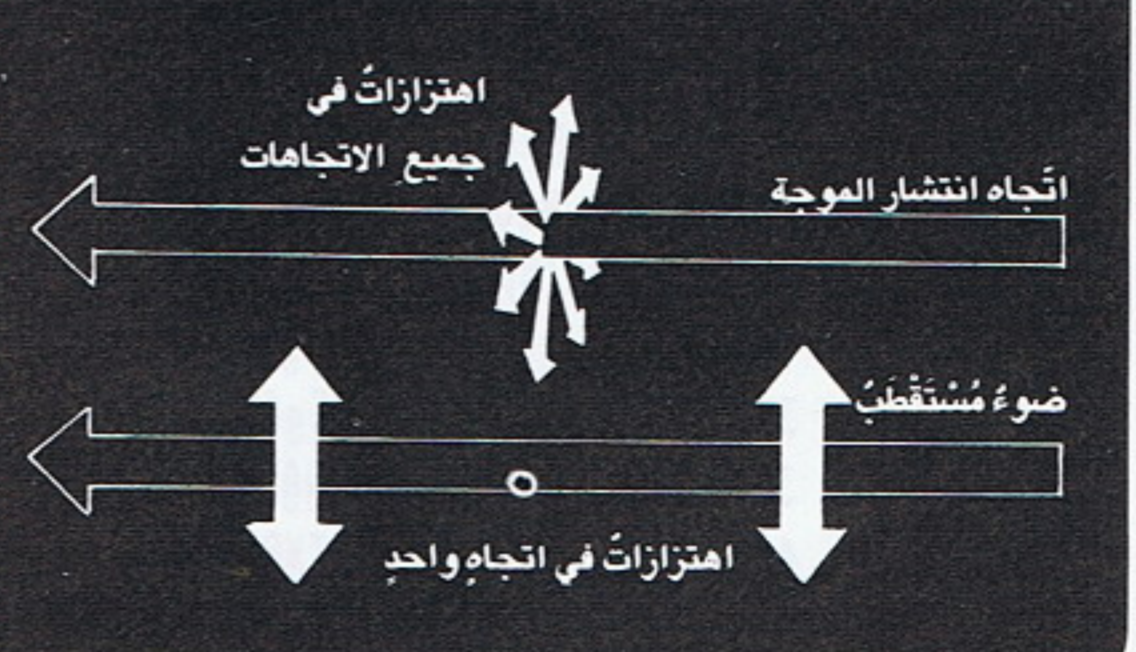
تُستَخْدَمُ الأمواجُ الرّاديويّةُ لحملِ المعلوماتِ والأخبار والصور التّلفزيونيّةِ وغيرِها حول العالمِ بسرعةِ الضّوءِ . وتُصنَّفُ الأمواجُ الرّاديويّةُ إلى نطاقاتٍ لكلٍّ منها استخداماتُهُ الخاصّةُ . وتعملُ الكاميراتُ والميكروفونات على إنتاجِ إشاراتٍ إلكترونيّةٍ تُحمَّلُ على أمواجٍ راديويّةٍ وتُرسَلُ في الفضاءِ لِيَتِمَّ التقاطُها من قِبَلِ هوائيّاتِ الاستقبالِ كتلكَ المتّصلةِ مَعَ أجهزةِ التّلفازِ في المنازل . وفي هذه الأيّامِ يشيعُ استخدامُ أسلاك مدفونةٍ تَحْتَ الأرضِ لِنَقْلِ البرامجِ التّلفزيونيّةِ بشكلٍ مختلفٍ عن نَقْلِها خلال الفراغِ على هَيْئَةِ أمواجٍ كَهْرَمغناطيسيّةٍ . ومن الممكنِ نَقْلُ عددٍ أكْبَرَ من القَنَواتِ باستخدامِ الأسلاكِ دون أنْ يُؤَثِّرَ بعضُها على البعضِ الآخَرِ .





أَجْهِزَةُ الليزر

جهازُ الليزر هو أيُّ جهازٍ يُصْدِرُ أشِعّةَ الليزر ، وهي أشعّةٌ من نوعٍ غيرِ عاديٍّ من الضّوءِ . فهيَ بخِلافِ أمواجِ الاشعاعِ الكَهْرَمغناطيسيّ تغطّي مدى صغيراً جدّاً من الأطوال الموجيّة (أي إنها ذاتُ طولٍ موجيٍّ محدّد) كما أنّها مُستقطبة . ففي الأمواجِ الكَهْرَمغناطيسيّة تكونُ اهتزازاتُ المجالَيْنِ الكهربائيِّ والمغناطيسيِّ في جميعِ الاتجاهاتِ بزوايا قائمةٍ على اتّجاهِ انتشارِ هذه الأمواجِ .



أمّا عندما يكونُ الضوءُ مستَقْطَباً ، فإن الاهتزازاتِ تحدثُ في اتّجاهٍ واحدٍ فقط . وتكونُ الأمواجُ الصّادرةُ عن أجهزةِ الليزر موحّدةَ اللّوْنِ وفي غايةِ التناسُقِ والتّزامُنِ . لذا يُطْلَقُ عليها اسْمُ مصادرِ الضّوءِ المترابطِ (المُتماسِك) .

لماذا يقالُ عن بعضِ النظّاراتِ الشمسيّةِ إنّها مستقطبةٌ ؟ هل عَرفْتَ الجواب ؟

إنّ من أهمِّ مصادرِ أشعّةِ الليزر وأكثرِها شيوعاً بلورةَ الياقوتِ التي يمكن إثارَتُها بِوَمْضَةٍ من ضوءٍ ساطعٍ فتصدرُ أشعّةَ ليزر . كما أنّ خليطاً خاصّاً من الغازاتِ يُمْكِنُ أن يُعْطِيَ اشعّةَ ليزر عندما يمرّ خلالَهُ تيّارٌ كهربائيٌّ .

كَبْلاتُ الأليافِ البصريّةِ

إنّ آخرَ تطوّرٍ في أنظمةِ الكبلاتِ هو استعمالُ كبلاتِ الأليافِ البصريّةِ التي تصنع من حُزمٍ من الزّجاجِ الرّفيعِ جدّاً والذي يَمُرُّ خلالَهُ ضوءُ الليزر .

ويمكنُ تحويلُ الصّوتِ إلى أنماطٍ من ضوءِ الليزر حيث يُنْقَلُ بذلكَ إلى مسافاتٍ بعيدةٍ للغايةِ .

برنامجُ كمبيوتر للكهرباءِ المنزليّةِ

فيما يلي برنامجُ كمبيوتر يعمل على بيانِ كمّيّةِ الكهرباءِ التي تستهلكُها الأجهزةُ المنزليّةُ مثل التلفازِ والطبّاخِ وغيرها .
كما يمكّنك هذا البرنامجُ من حسابِ قيمةِ فاتورةِ الكهرباءِ الخاصّةِ بكَ .
إذا كُنْتَ تملكُ جهازَ ميكروكمبيوتر من نوعِ BBC أو كان بإمكانِكَ استعارةُ مثل هذا الجهازِ من أحد أصدقائِكَ ، يصبح باسْتطاعتِكَ أن تُدخِلَ هذا البرنامج إلى الجهازِ من خلال طبعِ التّعليماتِ التي يتضمّنها على بطاقاتٍ خاصّة . وقد وُضِعَتْ أمام السّطور التي تحتاج إلى تغيير (حسب نوع الكمبيوتر المستخدم) إشاراتٌ خاصّة ، وَطُبِعَ في نهايةِ البرنامج التّغييرُ الواجبُ إدخالُهُ في هذا البرنامجِ تبعاً لنوعِ الكمبيوتر .
والإشاراتُ التي وُضِعَتْ أمامَ السّطورِ التي تحتاجُ إلى تغييرهي :

▲ VIC and PET
▮ ZX SPECTRUM, ZX81
● APPLE
■ TRS-80
○ ORIC

قَبْلَ أن تَبْدأ العملَ في إعدادِ برنامجٍ لفاتورةِ الكهرباءِ يجدُرُ بك أن تراجِعَ آخر فاتورةٍ دفعتها لتتعرّف على سعْرِوحدةِ الطّاقةِ الكهربائيّةِ .
وتختلفُ أجهزةُ الكمبيوترِ اختلافاً كبيراً ممّا يؤدّي إلى اختلافِ التّعليماتِ في كيفيّةِ كتابةِ البرامجِ الخاصّةِ بها . وهناكَ برنامجٌ لمصباحٍ ضوئيٍّ ، خاصٌّ بجهازٍ من نوع Spectrum (timex 2000) ، حيثُ يجب إضافتُهُ في نهايةِ البرنامجِ الرّئيسيِّ بالإضافةِ إلى عددٍ من الأسطر لاسترجاعِ البرنامجِ .
وقد يكون بمقدورِكَ أن تكتُبَ برامِجَكَ الخاصّةَ لأجهزةٍ من أنواعٍ أُخرى .

```
10 REM INITIALISE
20 LET N=10: REM NO. OF APPLIANCES
30 DIM U(N): REM UNITS USED
▮40 DIM A$(N): REM NAMES
50 LET TU=0: REM POWER USED
60 LET UP=2.5: REM UNIT PRICE
70 LET A$(1)="COOKER"
80 LET A$(2)="IMMERSION HEATER"
90 LET A$(3)="FAN HEATER"
100 LET A$(4)="RADIANT HEATER"
110 LET A$(5)="LIGHT BULB"
120 LET A$(6)="WASHING MACHINE"
130 LET A$(7)="TELEVISION"
140 LET A$(8)="RADIO"
150 LET A$(9)="CONVECTOR HEATER"
160 LET A$(10)="HI-FI STEREO"
170 REM * PRINT INTRO PAGE *
180 CLS
190 PRINT
200 PRINT
210 PRINT "ELECTRICITY BILL"
220 PRINT "  CALCULATION"
230 PRINT "  ==========="
240 PRINT
250 PRINT "POWER"
260 PRINT "STATION >>>>>>>>>>"
270 PRINT "              TRANS-"
280 PRINT "              FORMER"
290 FOR I=1 TO 4
300 PRINT "                V"
310 NEXT I
320 PRINT "               HOUSE"
330 PRINT
340 PRINT"PRESS SPACE TO START"
350 GOSUB 810
360 REM MAIN MENU PAGE
370 CLS
380 PRINT "CHOOSE THE APPLIANCE"
390 PRINT "THAT YOU WANT TO ENTER"
400 PRINT "NEXT, OR TYPE 0 TO"
410 PRINT "CALCULATE YOUR BILL"
420 PRINT
```

```
900 FOR I=1 TO 7
910 PRINT
920 NEXT I
930 PRINT "HOW LONG IS THIS APPLIANCE"
940 PRINT "USED EACH WEEK, ON AVERAGE?"
950 PRINT "(IN HOURS)"
960 PRINT "TYPE THE NUMBER THEN"
970 PRINT "PRESS RETURN";
980 INPUT T
990 LET U(C)=U(C)+P*T*13
1000 RETURN
1010 REM MOVE DOWN 5 LINES
1020 FOR X=1 TO 5
1030 PRINT
1040 NEXT X
1050 RETURN
1060 REM * COOKER *
1070 PRINT A$(C)
1080 GOSUB 1010
1090 PRINT "PRESS  1) FOR RING"
1100 PRINT "       2) FOR OVEN"
1110 PRINT "       3) FOR GRILL"
1120 PRINT
1130 INPUT I
1140 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1130
1150 ON I GOTO 1160,1200,1240
1160 LET N$="COOKER RING"
1170 LET P=1
1180 GOSUB 840
1190 RETURN
1200 LET N$="COOKER OVEN"
1210 LET P=3
1220 GOSUB 840
1230 RETURN
1240 LET N$="COOKER GRILL"
1250 LET P=1.5
1260 GOSUB 840
1270 RETURN
1280 REM * IMMERSION HEATER *
1290 LET N$=A$(C)
1300 LET P=3.5
1310 GOSUB 840
1320 RETURN
1330 REM * FAN HEATER *
1340 LET N$="FAN HEATER"
1350 PRINT N$
1360 GOSUB 1010
1370 PRINT "IS IT  1) FULL ON"
1380 PRINT "       2) HALF ON"
```

```
430 PRINT "                    UNITS"
440 FOR I=1 TO N
450 IF U(I)>0 THEN PRINT ;I;" ";A$(I);
    TAB (19);U(I)
460 IF U(I)=0 THEN PRINT ;I;" ";A$(I)
470 NEXT I
480 PRINT
490 PRINT "TYPE A NUMBER AND THEN"
500 PRINT "PRESS ENTER";
510 INPUT C
520 IF C<0 OR C>N THEN GOTO 360
530 IF C=0 THEN GOTO 580
540 CLS
550 PRINT
560 ON C GOSUB 1060,1280,1330,1530,1650,
    1700,1900,2060,2110,2160
570 GOTO 360
580 REM FINAL PAGE
590 CLS
600 FOR W=1 TO N
610 LET TU=TU+U(W)
620 NEXT W
630 PRINT
640 PRINT "ELECTRICITY BILL"
650 PRINT "    ESTIMATE"
660 PRINT "    ========"
670 PRINT "(FOR 3 MONTHS)"
680 PRINT
690 PRINT "UNITS USED :"
700 PRINT ;TU;" KILOWATT-HRS"
710 PRINT
720 PRINT "UNIT PRICE :";UP;" PENCE"
730 LET TC=(INT(UP*TU))/100
740 PRINT
750 PRINT
760 PRINT "TOTAL DUE : '";TC
770 PRINT
780 PRINT "PRESS SPACE TO RUN AGAIN"
790 GOSUB 810
800 RUN
810 LET I$=INKEY$(0)
820 IF I$<>" " THEN GOTO 810
830 RETURN
840 REM PAGE FOR INPUT
850 CLS
860 PRINT
870 PRINT N$
880 PRINT
890 PRINT ;P*1000;" WATTS"
```

```
1390 PRINT "        3) COLD AIR"
1400 INPUT I
1410 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1400
1420 ON I GOTO 1430,1460,1490
1430 LET N$=N$+" (FULL ON)"
1440 LET P=3
1450 GOTO 1510
1460 LET N$=N$+" (HALF ON)"
1470 LET P=1.5
1480 GOTO 1510
1490 LET N$=N$+" (COLD AIR)"
1500 LET P=0.3
1510 GOSUB 840
1520 RETURN
1530 REM * RADIANT HEATER *
1540 LET N$="RADIANT HEATER"
1550 PRINT N$
1560 GOSUB 1010
1570 PRINT "ARE YOU USING "
1580 PRINT "1,2 OR 3 BARS"
1590 INPUT I
1600 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1590
1610 LET N$=N$+" ("+STR$(I)+" BARS)"
1620 LET P=I
1630 GOSUB 840
1640 RETURN
1650 REM * LIGHT BULB *
1660 LET N$=A$(C)
1670 LET P=0.1
1680 GOSUB 840
1690 RETURN
1700 REM * WASHING MACHINE *
1710 LET N$="WASHING MACHINE"
1720 PRINT N$
1730 GOSUB 1010
1740 PRINT "IS IT   1) WASHING"
1750 PRINT "        2) SPINNING"
1760 PRINT "        3) HEATING"
1770 INPUT I
1780 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1770
1790 ON I GOTO 1800,1830,1860
1800 LET N$=N$+" (WASHING)"
1810 LET P=0.8
1820 GOTO 1880
1830 LET N$=N$+" (SPINNING)"
1840 LET P=0.8
1850 GOTO 1880
1860 LET N$=N$+" (HEATING)"
1870 LET P=3
1880 GOSUB 840
1890 RETURN
1900 REM * TELEVISION *
1910 LET N$="TELEVISION"
1920 PRINT N$
1930 GOSUB 1010
1940 PRINT "IS IT  1) COLOUR"
1950 PRINT "    OR 2) BLACK AND WHITE"
1960 INPUT I
1970 IF I<1 OR I>2 THEN GOTO 1960
1980 IF I=2 THEN GOTO 2020
1990 LET N$=N$+" (COLOUR)"
2000 LET P=0.4
2010 GOTO 2040
2020 LET N$=N$+" (BLACK AND WHITE)"
2030 LET P=0.3
2040 GOSUB 840
2050 RETURN
2060 REM * RADIO *
2070 LET N$=A$(C)
2080 LET P=0.05
2090 GOSUB 840
2100 RETURN
2110 REM * CONVECTOR HEATER *
2120 LET N$=A$(C)
2130 LET P=3
2140 GOSUB 840
2150 RETURN
2160 REM * HI-FI STEREO *
2170 LET N$=A$(C)
2180 LET P=0.15
2190 GOSUB 840
2200 RETURN
```

برنامجٌ لمصباحٍ ضوئيّ

فيما يلي برنامجٌ لمصباحٍ ضوئيّ يَصْلُحُ فقط لجهازِ كمبيوتر من نوع Spectrum timex 2000 ، ويجب إضافتُهُ هنا إلى البرنامج السّابق .ولِتَتَمَكَّنَ من استرجاعِهِ يجب إضافةُ سطرٍ آخرَ في البرنامج : 1675 GOSUB 3000

```
3000 REM GRAPHICS FOR LIGHT BULB
3010 CLS : PLOT 175,40: DRAW 0,32:
     DRAW -8,32,.7: DRAW 48,0,-4.9:
     DRAW -8,-32,.7: DRAW 0,-32
3020 PLOT 184,40: DRAW -8,88,.2
3030 PLOT 199,40: DRAW 8,88,-.2
3040 PRINT AT 5,22; INK 6; BRIGHT 1;"****"
3050 RETURN
```

استعمالُ أجهزةِ كمبيوتر أخرى

هذه قائمةُ بالتّغييراتِ اللازمِ إدخالُها على البرنامجِ لِيَصْلُحَ لأجهزةِ كمبيوتر أخرى . وتشيرُ الرّموزُ في اليسارِ إلى نوع الكمبيوترِ ، كما يجبُ إدخالُ هذه التّعليماتِ في الأماكنِ المحدّدة لها في البرنامجِ .

```
▮    40 DIM A$(10,16)
▮   560 GOSUB 1060*(C=1)+1280*(C=2)+1330*(C=3
    )+1530*(C=4)+1650*(C=5)+1700*(C=6)+1900*(C=
    7)+2060*(C=8)+2110*(C=9)+2160*(C=10)
○   810 LET I$=KEY$
▲   810 GET I$
●   810 LET I$=""
●   812 IF PEEK(-16384)>127 THEN GET I$
▮■  810 LET I$=INKEY$
▮  1150 GOTO 1160*(I=1)+1200*(I=2)+1240*(I=3)
▮  1420 GOTO 1430*(I=1)+1460*(I=2)+1490*(I=3)
▮  1790 GOTO 1800*(I=1)+1830*(I=2)+1860*(I=3)
```

بعضُ المصطلحاتِ الفيزيائية

فيما يلي مجموعةٌ منتقاةٌ من المصطلحاتِ الفيزيائيّةِ التي مرّ معك بعضُها في هذا الكتاب . ستجدُ أنّها ليست مفيدةً للطلاّب فحسب ، بل تفيدُ قطاعاتٍ مختلفةً من النّاسِ مثل مهندسي الكمبيوتر والمهندسين الميكانيكيّين والكهربائيّين وعلماءِ الفضاءِ والمصوّرين بالأشعّةِ ومهندسي الصّوتِ ، بالإضافةِ إلى العديد من النّاسِ الذين يحتاجُ عملهم إلى بعضِ الإلمامِ في الفيزياءِ .

الاتساع: ارتفاع الموجة أو أقصى إزاحة للشّيء المهتزّ على جانبي موضع السّكون .

الإشعاع: أيّ شكل من أشكال الطّاقة ينتشر على هيئة أمواج ، سواء أكان إشعاعاً أو سيلاً من الدّقائق .

الإلكترون : دقيقة مشحونة بشحنة سالبة توجد حول نواة الذّرّة . والإلكترونات الحرّة هي المسؤولة عن توصيل التّيّار الكهربائيّ في معظم الموادّ .

الأمبير: وحدة قياس شدّة التيّار (كميّة الكهرباء المارّة في وحدة الزّمن) .

الانكسار : انحراف الشّعاع عندما ينتقل بين وسطين مختلفين .

الأوم: وحدة قياس المقاومة (أي مقاومة موصل يسري فيه تيّار شدته ١ أمبير والفرق في الجهد بين طرفيه ١ فولت) .

باسكال : وحدة لقياس الضغط ، ويعرّف بأنّه الضّغط النّاتج عن قوّة مقدارها ١ نيوتن تؤثّر على مساحة مقدارها متر مربّع واحد .

(الباسكال = ١ نيوتن/م٢).

البروتون: دقيقة موجبة الشّحنة توجد في نواة الذّرّة .

التردّد: عدد الأمواج أو الاهتزازات الكاملة في الثّانية الواحدة (يقاس التردد بالهيرتز) .

التسارع : معدّل الزّيادة في السّرعة بالنّسبة للزّمن ، ويقاس بالمتر لكلّ ثانية مربّعة .

التّيّار المباشر: تيّار كهربائيّ ثابت القيمة والاتّجاه .

التّيّار المتغيّر : تيّار كهربائيّ يغيّر اتجاهه باستمرار .

الجاذبيّة: قوّة جذب الأرض للأشياء .

الجول: وحدة قياس الطّاقة ، ويعرّف بأنّه الشّغل الذي تبذله قوّة مقدارها ١ نيوتن تحرّك جسماً مسافة تساوي ١ متر .

الحمل : إحدى طرق انتقال الحرارة ، وتعني انتقال الحرارة في المائع (الهواء او السّائل) عن طريق انتقال المائع نفسه .

درجة الصّوت: تعتمد درجة الصّوت على تردّده ، فتزداد بازدياد التّردّد وتقلّ بنقصانه .

ديسيبل: وحدة شدّة الصّوت .

الذّرّة: أصغر جزء في المادّة يدخل في التّفاعلات الكيميائيّة .

الزاوية الحرجة: زاوية السّقوط في الوسط الكثيف التي يقابلها انكسار بزاوية قدرها ٩٠°.

زاوية السّقوط: الزّاوية المحصورة بين الشّعاع السّاقط على سطح ما والعمود المقام على السّطح من نقطة السقوط .

الزّخم: كتلة الجسم مضروبة في سرعته .

السّرعة: المسافة المقطوعة في وحدة الزّمن وتقاس بالمتر لكلّ ثانية .

شدّة التّيّار: معدّل سريان التّيّار الكهربائيّ (معدّل الشّحنة المارّة في مقطع موصل في الثّانية الواحدة) ، ويقاس بالأمبير .

الضّغط: القوّة المؤثّرة على وحدة المساحة . ويقاس الضّغط بوحدة الباسكال أو النّيوتن لكل متر مربّع أو المليمتر زئبق .

الطّاقة: مقياس للقدرة على إنجاز شغل ما وتقاس بالجول (joule/j) .

طاقة الحركة: الطّاقة التي يمتلكها جسم بفعل حركته وتقاس بالجول .

الطّول الموجيّ: المسافة بين قمّتين أو قاعين متتاليين، أو المسافة بين أيّ نقطتين لهما الطّور نفسه .

العازل: مادّة مقاومتها عالية لمرور التّيّار الكهربائيّ أو للحرارة .

فرق الجهد: الشّغل المبذول لنقل وحدة الشّحنات الكهربائيّة الموجبة من نقطة إلى أخرى ، ويقاس بالڤولت .

الڤولت : فرق الجهد بين طرفي موصل مقاومته ١ أوم ويسري فيه تيّار شدّته ١ أمبير .

قاعدة أرخميدس للأجسام الطّافية : كلّ جسم مغمور في مائع (هواء أو سائل) يفقد من وزنه بقدر وزن المائع المزاح .

قانون حفظ الطّاقة: يكون مجموع الطّاقة في أيّ نظام مغلق ثابتاً لا يتغيّر . أي إنّ الطّاقة لا يمكن أن تفنى أو تخلق في أيّ نظام مغلق ، بل تتحوّل من نوع إلى آخر .

القدرة: معدّل الشّغل المبذول في وحدة الزّمن، وتقاس بالواط .

القصور: خاصّيّة في الجسم تقاوم أيّ تغيّر في حالته سواءً أكان ساكناً أم متحرّكاً بحركة منتظمة في خطّ مستقيم .

القوّة: ذلك المؤثّر الذي يغيّر من حالة الأجسام السّاكنة أو المتحرّكة بحركة منتظمة في خطّ مستقيم، وتقاس بالنّيوتن .

قوانين نيوتن في الحركة:

١ ـ كلّ جسم ساكن أو متحرّك حركة منتظمة في خطّ مستقيم يظلّ محافظاً على حالته ما لم تؤثّر عليه قوّة تغير من حالته تلك .

٢ ـ تتناسب القوّة المؤثّرة على جسم ما مع معدّل التغير في زخم ذلك الجسم بالنّسبة للزّمن . (يتناسب تسارع جسم ما طردياً مع القوّة المؤثّرة عليه وعكسياً مع كتلته) .

٣ ـ لكلّ فعل ردّ فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتّجاه .

قوة الاحتكاك: قوّة تنشأ بين سطحيْن نتيجة احتكاكهما بعضِهما ببعض .

الكتلة: كمّيّة المادّة في الجسم ، وتقاس بالكيلوغرام .

الكثافة : الكتلة في وحدة الحجوم . وغالباً ما تقاس بوحدة الـ (كغم/م٣).

الكولوم: وحدة الشّحنة الكهربائيّة ، وهي كمّيّة الكهرباء المارّة في سلك في الثّانية الواحدة إذا كانت شدّة التّيّار تساوي ١ أمبير .

المحرّك : آلة تحوّل الطّاقة الكهربائيّة إلى طاقة حركيّة .

المحوّل : جهاز يعمل على تغيير جهد التّيّار المتردّد فيزيد منه أو ينقصه .

مركز الثّقل: تلك النّقطة التي يبدو أنّ ثقل الجسم كلّه مركّز (يؤثّر) فيها .

المقاومة: كلّما زادت مقاومة موصل نقصت شدّة التّيّار المارّ فيه . وتقاس المقاومة بالأوم وتتناسب طرديّاً مع طول الموصل وعكسيّاً مع مساحة مقطعه .

الموصل: تلك المادّة أو ذلك الجسم الذي يسمح للتّيّار الكهربائيّ بالمرور فيه (وكذلك الحرارة).

النّيوتن: وحدة مقياس القوّة، ويعرّف بأنّه تلك القوّة التي إذا أثّرت في جسم كتلته ١ كغم أكسبته تسارعاً مقداره ١م/ث٢.

الواط: وحدة قياس القدرة ، وهو شغل مقداره ١ جول مبذول في ثانية واحدة (الواط = أمبير . ڤولت)

الوزن : قوّة جذب الأرض للجسم ، ويقاس بالنّيوتن .

علاقات فيزيائيّة هامّة

- القوّة (نيوتن) = الكتلة (كغم) × التّسارع (م/ث^2)
- فرق الجهد (فولت) = التّيّار (أمبير) × المقاومة (أوم)
- سرعة الأمواج (م/ث) = التردّد (هيرتز) × الطّول الموجيّ (م)
- الضغط (نيوتن/م^2) = القوّة (نيوتن) ÷ المساحة (م^2)
- القدرة (واط) = الجهد (فولت) × التّيّار (أمبير)

إجابات الأسئلة والأحاجي

ص ٥ أحجية طاقة

١ - يمتلك الكلب طاقة وضع كيميائيّة وطاقة وضع في مجال الجاذبيّة الأرضيّة .

٢ - عندما يركض إلى أسفل الدّرج تتغيّر طاقة وضع الكلب إلى طاقة حركة .

٣ - في نهاية الدّرج يُعوّضُ الطعام الذي يأكله الكلب جزءاً من طاقة الوضع الكيميائيّة التي تحوّلت إلى طاقة حركة عندما نزل الدّرج .

ص ٦ طاقة الضّوء

الشّمس والشّمعة والمصباح مصادر ذاتيّة للضّوء أما الأشياء الأخرى فهي تعكس الضّوء السّاقط عليها من مصدر للضّوء . حتى القمر فهو ايضاً يعكس ضوء الشمس .

ص ٢٠ الآلات الموسيقيّة

الفلوت (آلة نفخ موسيقيّة) تصدر الأنغام الموسيقيّة بالنّفخ .
يحتوي البيانو على مطارق صغيرة تنقر أوتاره .
الكمان والقيثار كلاهما له أوتار يعزف عليها بالنّقر .

ص ٢٢ الكتلة والوزن

إذا كانت كتلتك تساوي ٦٠ كغم ، فإنّ وزنك على القمر يساوي ١٠٠ نيوتن. أمّا كتلتك فتبقى كما كانت على الأرض .

ص ٢٤ فرشاة الدّهان

تكون قوّة التّجاذب بين قطرات الماء الموجودة على سطح الماء على شعر فرشاة الدّهان كبيرة لأنّه لا توجد قطرات ماء أخرى خارج السّطح تتجاذب معها . لذا يتجاذب شعر الفرشاة بفعل قوّة توتّر السّطحيّ للماء .

ص ٢٨ كرات البلاستيسين

إنّ الكرة التي تسقط من ارتفاع أكبر ستنبعج أكثر ، لأنّ زمن سقوطها أكبر وكذلك سرعتها النّهائيّة .

ص ٣١ أحجية قدرة

الشّغل الّذي تبذله عند صعود درج ارتفاعه ١٠م في زمن مقداره ثانيتان ، إذا كان وزنك يساوي ٤٥٠ نيوتن هو :
الشّغل = ٤٥٠ × ١٠ = ٤٥٠٠ جول

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = ٢٢٥٠ \text{ واط}$$

ص ٣٣ سؤال كهربائيّ

عند تقريب الزّجاجة البلاستيكيّة المشحونة بشحنة سالبة من البطّة البلاستيكيّة ، فإنها تشحنها بالتّأثير بحيث تبتعد الشّحنات السالبة الموجودة على طرف البطّة المواجه للزّجاجة إلى طرفها الآخر، تاركة الطرف القريب مشحوناً بشحنة موجبة .
ونتيجة لذلك تتجاذب الشّحنتان السّالبة (على الزّجاجة) والموجبة (على طرف البطّة القريب) ، فتتبع البطّة الزّجاجة أينما ذهبت .
أما إذا كانت البطّة مشحونة بشحنة سالبة فإنّها تبتعد عن الزّجاجة كلّما قرّبنا هذه الأخيرة منها .

كتب إضافية للمطالعة

Going further:

Books to read:

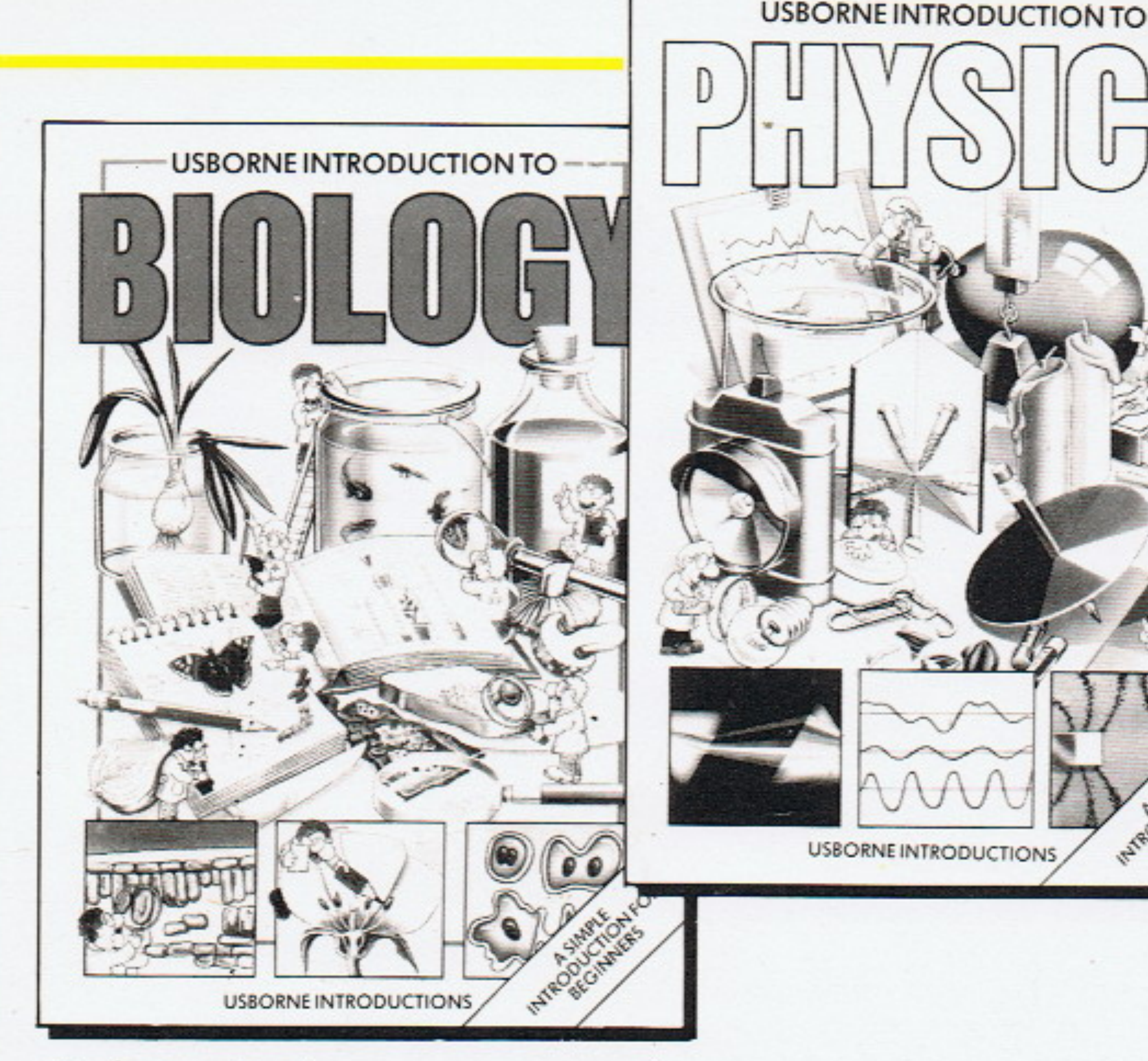
Physics Alive
by Peter Warren
(John Murray)

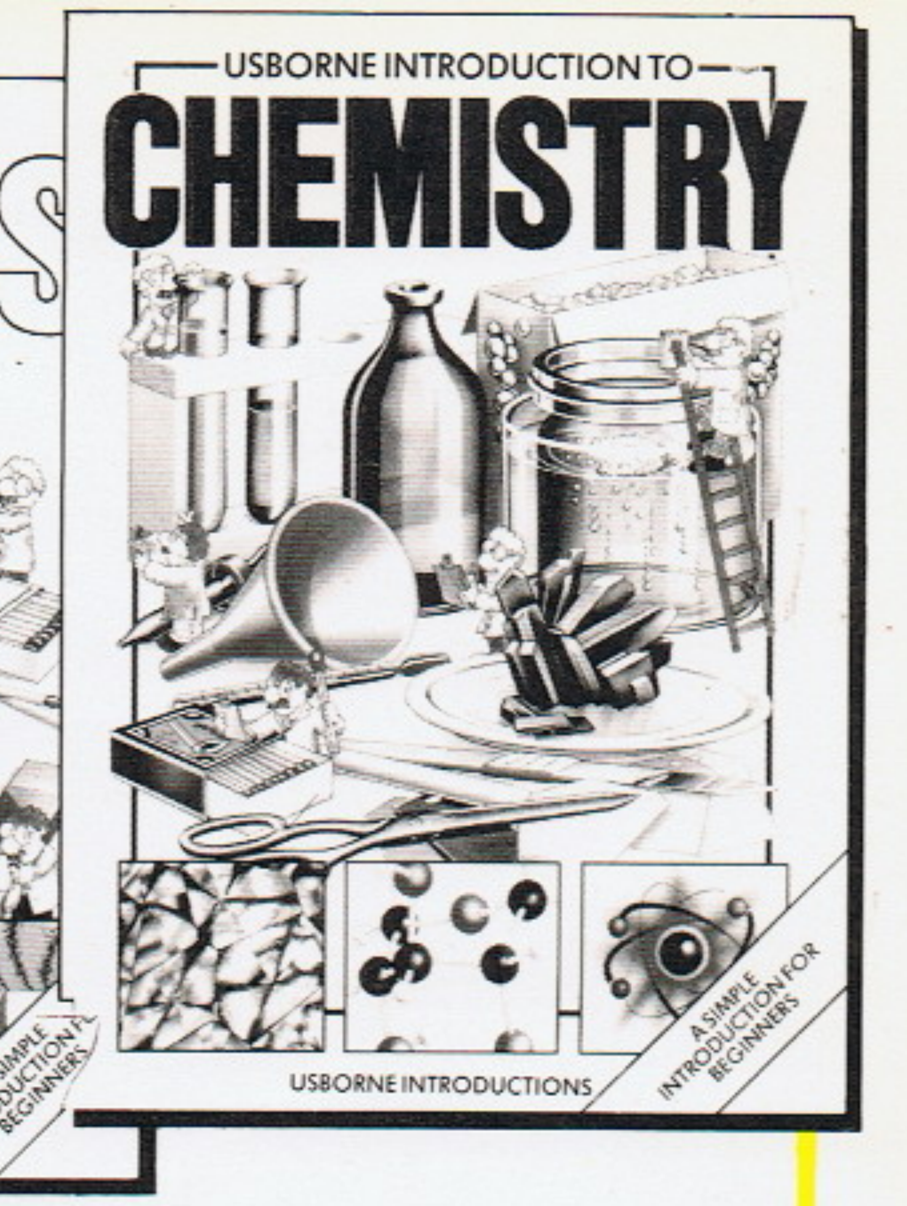
Physics for You 1 & 2
by Keith Johnson
(Hutchinson)

The Young Scientist Book of Electricity
by Phil Chapman
(Usborne)

Physics for All
by J. J. Wellington
(ST(P))

كشّاف تحليليّ





هـذه السـلسـلـة

يقعُ هذا الكتابُ ضمن سلسلةٍ من الكتبِ العلميّةِ الحديثة المبسّطة نضعُها بكلّ اعتزاز في متناول النّاشئةِ وشبابِنا الطّموح ، وكلّنا أمل أنْ تُزَوّدَهم بالإجاباتِ الشّافية عن بعض ما يلحّ عليهم من تساؤلات وانْ تحفـزَهم على التّبحُّر في شتّى العلوم كي يهضموها ومن ثمّ يبـدعوا فيهـا . وقد يُفيـدُ منها أيضـاً ذلك النّفرُ من أصحابِ العلوم الإنسانيّة الذي يعرفُ تماماً أهمّيّةَ العلومِ الطبيعيّةِ والحياتيّةِ في عالَمِنا المعاصر لكنّه يخشى الولوجَ في متاهاتِ هذه العلومِ وطلاسمِها .

ومع أنّنا لم نألُ أيّ جهدٍ في إخـراج هذه الكتب على أحسنِ صـورةٍ ممكنة شكلاً ومضموناً ، فإنّ ثمّة مشكلاتٍ ما فتئت تؤرّقنا ، أهمُّها مسـألةُ عدم استقـرارِ المصطلحِ العلميّ العربيّ في الوقت الرّاهن . بَيْدَ أنّنا ننظرُ إلى هذه المسألة على أنّها مؤقّتة ولا بُدّ من زوالها متى مارسْنا العلمَ بلغتِنا الأمّ وأمسيْنا مجتمعاً مُنْتِجاً لا مُسْتَهْلِكاً ، ومُبْدِعاً لا تابعاً . على أيّ حال ، سوف نستمر في مواكبة آخرِ تطوّراتِ هذا المجال في طبَعَاتِنا المقبلة بإذن اللّه .

إنّ ممارسةَ العلمِ شائكةٌ وعرة ، وهي تقتضي منّا جهداً دؤوباً وانقطاعاً شبهَ تامّ لها ؛ كما انّ تدريبَ أبنائنا على خوْض غِمار هذا المسلكِ الشّاقّ ـ مسلكِ البحثِ والتّنْقيبِ والسعي وراء المعرفة ـ إنّما يبدأ في صميمِهِ منذ نعومةِ الظّفر، من هنا كان مشروعُنا هذا موجهاً للنّاشئة والشّباب ؛ ولعلّه من حسن الطّالع أنْ تصدرَ ثمارُهُ الأُولى في هذه السّنةِ بالذّات ١٩٨٥ ـ السّنةِ الدّوْليّةِ للشّباب . والمشروعُ الحالي إنْ هو إلّا الخطوةُ الأولى ، نأملُ أنْ تتتبعَها خطواتٌ أكبرُ فأكبر ...

أرجو أنْ نكونَ قد وُفّقْنا في مسعانا ؛ كما أتمنّى للقارئ الكريم سويْعاتٍ لا تُنْسَى من المتعةِ والفائدة .

الدّكتور هُمَام بشارة غُصيب

أُستاذ الفيزياء النّظريّة في الجامعةِ الأُردنيّة وعضو مَجْمَع اللّغةِ العربيّةِ الأُردنيّ